Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

41. JAHRGANG **HEFT 9** (ERSTES MAIHEFT) **1954**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

JUSTUS LIEBIG und die Technik. Eine psycho-analytische Studie. Von P. WALDEN 197

Neuere Untersuchungen über Meeresströmungen. Von W. HANSEN 202

Linsenartige Objekte im Phasenmikroskop. Von R. BARER . 206

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Materialkonstanten (ε, μ, σ, tg δ) bei festen, flüssigen und gasförmigen Substanzen, insbesondere bei kleinen Substanzmengen. Von A. ESAU und D. PRÖSDORF 208

Ultraschallvernebelung, ein neuer Weg zur Erzeugung von Aerosolen. Von G. PICKROTH und F. SPITZENBERG . . . 209

Simultan-Dosimetrie von Strahlungsfeldern im lebenden Objekt. Von W. KOSSEL, U. MAYER und H. C. WOLF . . 209

Die Anwendung der Simultandosimetrie bei der intravaginalen Röntgenbestrahlung der Parametrien. Von H. BURGER, J. LEHMANN und U. MAYER 209

Änderung des AgBr-Gitters bei der Entstehung des latenten Bildes. Von W. WAIDELICH 210

Growth Spirals on Crystals of Long-chain Compounds. Von N. G. ANDERSON, I. M. DAWSON and D. H. WATSON . . . 211

Über die Struktur des Calciummonochlorides. Von P. EHRLICH und L. GENTSCH 211

Leukomethylenblau/Methylenblau-Redoxite. Von B. SANSONI 212

Redox-Papiere. Von B. SANSONI 213

Zur Reaktion des p-Nitro-benzol-diazonium-chlorids mit Diazomethan; Prüfung des Reaktionsablaufs mit schwerem Stickstoff. Von K. CLUSIUS u. H. HÜRZELER und R. HUISGEN u. H.-J. KOCH 213

Seite

Über Synthesehuminsäuren (Oxydationsmessungen). Von E. WELTE, M. SCHATZ und W. ZIECHMANN 213

Oxydationsprodukte der Phosphorsäureester des Aneurins. Von O. ZIMA und G. GÖTTMANN 214

Reserpinin, ein neues Alkaloid aus Rauwolfia serpentina BENTH. (2. Mitteilung.) Von E. HAACK, A. POPELAK, H. SPINGLER, F. KAISER und G. KRONEBERG 214

On the Stereochemistry of Rauwolscine: The alkaloid of Rauwolfia canescens Linn. Von A. CHATTERJEE (NÉE MOOKERJEE) and S. PAKRASHI 215

Modifiziertes Trennverfahren zur quantitativen Bestimmung von Pflanzeninhaltsstoffen mit Hilfe der Papierchromatographie. Von H. ERBRING und P. PATT. 216

Ring-Paper Chromatographic Technique for the Separation of Tobacco Alkaloids. Von S. N. TEWARI 217

On the mode of multiplication of Bacterium tularense. Von N. SAKURAI 217

Unterschiede der Wachstumsgeschwindigkeit und Wachstumseffekt subminimaler Hemmungsmengen von Isoniacid (INH) bei INH-resistenten und -sensiblen Tuberkelbakterienpopulationen. Von E. DISSMANN 218

Zur Entwicklung der Chloroplasten. Von W. MEVIUS s. und D. DÜVEL 219

Das Licht bei der Auslösung der Fruchtkörperbildung von Didymium eunigripes und die Übertragung der Lichtwirkung durch das tote Plasma. Von J. STRAUB 219

Messungen der Richtcharakteristik von Ohrmuschelmodellen. Von W. M. SCHLEIDT 220

Ergänzung 220

Soeben erschien:

Einführung in die Physik. Von **R. W. Pohl**, em. Professor der Physik an der Universität Göttingen.

Dritter Band: **Optik und Atomphysik.** **Neunte,** verbesserte und ergänzte Auflage. Mit 565 Abbildungen im Text und auf einer Tafel, darunter 23 entlehnten. VIII, 356 Seiten Gr.-8°. 1954. Ganzleinen DM 29.70

Inhaltsübersicht: **I. Klassische Optik:** Einführung. Messung der Strahlungsleistung. Die einfachsten optischen Beobachtungen. Abbildung und Lichtbündelbegrenzung. Einzelheiten, auch technische, über Abbildung und Bündelbegrenzung. Energie der Strahlung und Bündelbegrenzung. Interferenzerscheinungen nebst Anwendungen. Beugung an undurchsichtigen Strukturen. Beugung an durchsichtigen Strukturen. Geschwindigkeit des Lichtes und Licht in bewegten Bezugssystemen. Polarisiertes Licht. Zusammenhang von Absorption, Reflexion und Brechung des Lichtes. Streuung. Dispersion und Absorption. — **II. Optik und Atomphysik:** Quantenhafte Absorption und Emission der Atome. Quantenhafte Absorption und Emission von Molekülen. Temperaturstrahlung. Der Dualismus von Welle und Teilchen. Atomkerne und Elementarteilchen. Quantenoptik fester Körper. — **Anhang:** Lichtsinn und Photometrie. — Die Verteilung der Elektronen auf die K-, L-, M-...Schalen der Elektronenhülle. Oft gebrauchte Gleichungen; Längen-Einheiten. Energie-Einheiten; wichtige Konstanten. Sachverzeichnis. Farbtafel am Schluß des Bandes.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Viewog & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 24 92 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:

Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N.W. 1

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 33 71.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Verfärbung und Lumineszenz

Beiträge zur Mineralphysik

Von Dr. **Karl Przibram**, emer. o. Professor für Physik an der Universität Wien. Mit 69 Textabbildungen. XIII, 275 Seiten Gr.-8°. 1953. Ganzleinen DM 34.70

Inhaltsübersicht: I. Einleitung. — Hilfsmittel zur Erzeugung und Untersuchung der Verfärbung. — Die Färbung der Alkalihalogenide und anderer Substanzen; Experimentelles. — Die lichtelektrischen Effekte. — Theoretische Vorstellungen. — Die Verfärbung von Gläsern. — Die Färbung durch Kolloide. — Zur Theorie des Verfärbungsanstiegs. Lumineszenz. — II. Die Färbungsmöglichkeiten in der Natur. — Steinsalz. — Andere Halogenide (außer Fluorit). — Fluorit (CaF_2). — Oxyde und Sulfide. — Karbonate. — Sulfate. — Nitrate und Phosphate. — Silikate. — Diamant. — Die pleochroitischen oder Verfärbungshöfe. — Schlußwort. — Literatur- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / WIEN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

41. Jahrgang Heft 9 (Erstes Maiheft) 1954

Justus Liebig und die Technik.

Eine psycho-analytische Studie.

Von P. WALDEN, Gammertingen.

Die 150. Wiederkehr des Geburtstages von JUSTUS LIEBIG am 12. Mai 1953 löste unter den Chemikern Deutschlands Gedenkfeiern an diesen großen chemischen Baumeister aus und fügte der bereits überwältigenden Anzahl von Biographien, Gedenkreden, Nachrufen u. ä. weiteres literarisches Material zu [1]. Die Erinnerung an sein wissenschaftliches Lebenswerk wurde verlebendigt und seine Persönlichkeit als *Vorbild* hingestellt. Es drängt sich nun die Frage auf:

I. Was macht den Naturforscher groß und zum bleibenden Vorbild?

Üblicherweise liegt bei biographischen Rückblicken das geistige Schwergewicht auf der *Ganzheit* der Leistungen, diese als eine Objektivierung der Schöpferkraft, ein Gewordenes und Vorhandenes gewertet. Die Gesamtheit der geistigen Produktion präsentiert sich summarisch, in einem milden Licht auf unser Gesichtsfeld projiziert. Dabei erscheint LIEBIG als der gottbegnadete Forscher, der scheinbar sorgen- und mühelos und in ungebrochener Schaffenskraft sein Lebenswerk abgeschlossen hat und mit Ruhm bedeckt wie ein Olympier auf die andersgeartete Gegenwart herabblickt. Zu dem Problem Ruhm schreibt ein Nachfolger LIEBIGs auf dem Münchner Lehrstuhl, R. WILLSTÄTTER [2]: „LIEBIG allein ist auf die rechte Art berühmt geworden: Niemand weiß mehr, warum."

Ein anderes Bild erhalten wir, wenn wir das *Nacheinander* seiner *einzelnen* chemischen Leistungen, etwa jahrgangsweise, zahlen- und wertmäßig beurteilen: Ein anfängliches *Ansteigen* — etwa vom 20. Lebensjahr LIEBIGs — führt zu einem stationären Zustand: Ein Höhepunkt wird erreicht, etwa im Anfang des 5. Lebensjahrzehnts, um mit dem Beginn des 6. Lebensjahrzehntes eine Umschaltung der schöpferischen Tätigkeit und eine Abnahme der Produktivität folgen zu lassen. Auch der Genius eines LIEBIG muß dem biologischen *Alterungs*prozeß — leider vorzeitig — den Tribut entrichten. Und wieder anders werden Bild und Urteil sein, wenn — statt der isolierten Betrachtung unseres Helden — wir ihn in den *internationalen Rahmen* der zeitgenössischen Forscher stellen und sie *miteinander* vergleichen. Ein neuer Maßstab reiht nun LIEBIG unter die zahlreichen Großen ein, ergibt aber auch noch größere Chemiker aus seiner Arbeitsperiode (1824—1873), z. B. einen BERZELIUS, ROB. BUNSEN, M. BERTHELOT usw. Größe und Bedeutung eines Forschers sind relativ zu nehmen und von der Anzahl der Verglichenen abhängig, während ihre Leistungen zeitbedingt sind und wertmäßig vor den fortschreitenden wissenschaftlichen Erkenntnissen allmählich zurücktreten.

Wenn wir nun LIEBIG als einen eminenten chemischen Forscher bewundern und ehren bzw. ihn als ein *Vorbild* hinstellen, dem wir nachzueifern bemüht sein sollen, so entsteht die Frage: *Worin, wie* und *wodurch* kann dies geschehen? LIEBIGs Problemstellungen sind heute überholt, *seine* auf das *ganze* Gebiet der Chemie ausgedehnte Forschung entfällt wegen der inzwischen erfolgten Ausweitung und Spezialisierung der Chemie; *seine* schonungslose, oft ungerechte, kritische Tätigkeit ist nicht empfehlenswert. Also, *worin* soll *sein* Vorbild für *unser* Streben und Tun richtung- und maßgebend sein?

Wenn alles Gegenständliche bzw. die Leistungen als solche keiner Nachahmung unterliegen, verbleiben nur die *Imponderabilien,* der moralisch-energetische Elan, die elementare Leidenschaft und Kraft, mit denen er sich seinen Zugang zur Chemie und zur chemischen Forschung erkämpfte. Diese Grundlagen seines Charakters und Wesens sind angeboren, bereits in dem *frühreifen* Jüngling LIEBIG ausgebildet. Dazu kommt — infolge der dauernden chemisch-technischen Umgebung und des Umganges mit Chemikalien im väterlichen Betrieb — eine besondere Entwicklung des Anschauungsvermögens und Gedächtnisses für Stoffe, da dieses (wegen Uninteressiertheit an den Schulfächern) wenig abstrakten Ballast aufweist. LIEBIG selbst nennt es die Fähigkeit, *„in Erscheinungen zu denken"*, ihr verdankt er, daß „. . . alles, was er vor sich sah, absichtlich oder unabsichtlich mit gleichsam photographischer Treue in seinem Gedächtnis haften blieb".

Um diese Wesenseigenschaften LIEBIGs kennenzulernen, müssen wir seine *Jugendjahre,* besser noch sein „Jugendland" kennenlernen. Von den Dichtern sagt GOETHE: „Wer den Dichter will versteh'n, muß in Dichters Lande geh'n." Wir meinen, daß das gleiche auch für den großen Forscher gilt.

II. Aus LIEBIGs *„Jugendland" und Werdegang.*

Im reifen Alter hat LIEBIG selbst „Erinnerungen" an seine Jugendjahre niedergeschrieben [3]. Doch die Philosophie ist anders im Alter, anders in der Jugend, wenn man die Schicksalsschläge *unmittelbar* empfängt und über sie berichtet. Diesen unmittelbaren Niederschlag seiner Erlebnisse aus den kritischen Jahren seines Werdens, nämlich *1820—1824,* hat sein *Briefwechsel* mit den Eltern [4] dokumentarisch aufgenommen: Es sind die Briefe des Chemiestudenten LIEBIG aus Bonn, Erlangen und Paris, ungekünstelte Zeit-, Stimmungs-, Leidens- und Arbeitsbilder, packende „documents humains", und zwar: aus *Bonn* von Oktober/November 1820 bis Februar 1821, aus *Erlangen* vom Mai 1821 bis März 1822, aus *Paris* vom November 1822 bis März 1824, dann aus Gießen als *21jähriger Chemieprofessor* seit September 1824. Dieser hochdramatische Aufstieg hat ein Vorspiel: Der in der Sekunda des Gymnasiums mäßig erfolgreiche $14^1/_2$-jährige Knabe kommt in die Apothekerlehre, um sich für eine spätere Hilfeleistung im väterlichen Geschäft

vorzubereiten (der Vater ist Materialienhändler und chemisch-technisch als Fabrikant tätig). Die Lehrzeit des Knaben beim Apotheker nimmt — wegen beiderseitiger Unzufriedenheit — nach wenigen Monaten ihr Ende. Vom Frühjahr 1818 bis zum Herbst 1820 weilt JUSTUS wieder im väterlichen Geschäft und hilft mit, teils experimentierend, teils durch eifriges Studium der aus der Darmstädter Hofbibliothek entliehenen chemischen Bücher sich selbst weiterbildend. Um nun den größtmöglichen Nutzeffekt für die Zukunft des väterlichen Unternehmens sowie des jungen JUSTUS zu erzielen, wird — wohl nach vorausgegangenen schweren Kämpfen im Familienrat — beschlossen: *auf Kosten des Vaters soll* JUSTUS *auf der Universität Bonn Chemie studieren* (die erst 1818 gegründete Universität hatte den durch zahlreiche Bücher „berühmten" Chemiker KARL WILH. GOTTL. KASTNER als Chemieprofessor berufen).

Nicht unterlassen wollen wir, hervorzuheben, daß diese Studentenbriefe als ein reizvolles psychologisch-pädagogisches Dokument aus vergangenen Zeiten darüber hinaus auch ein *aktuelles* Interesse beanspruchen dürfen, indem sie wesensmäßig auch das *Gegenwartsproblem* des Hochschulstudiums strebsamer Jünglinge betreffen: Die Wahl der Fächer bzw. des Berufes, des Studienortes sowie die Finanzierung der Studien: alles Fragen, die besonders die sozial und wirtschaftlich wenig begünstigte und bildungshungrige Jugend belasten, Fragen, die ehedem bei Jung-LIEBIG wie heute bei Tausenden von Aspiranten eine schicksalhafte Bedeutung haben.

Welche seelisch-geistigen Kräfte nun der ungenügend vorgebildete Sekunda-Gymnasiast LIEBIG einsetzte, welche Selbstzucht er führte, welchen Hemmungen er infolge knapper materieller Mittel dauernd gegenüberstand und nach welchen Schwankungen in seiner Ausbildung und Berufswahl er endlich den „ruhenden Pol" fand, — dies alles bekunden die Briefe. Und nun zu den Briefen. Gleich im Brief vom 1. November 1820 aus Bonn stoßen wir auf einen fast in allen Briefen wiederkehrenden „Grundton": „Aber lieber Himmel, was braucht man hier für *Geld* . . .". Er belegt die *Vorlesungen* bei Prof. KASTNER (Experimental-Chemie, Physik und Pharmazie), kauft die zugehörigen Bücher, bittet um die Zusendung von Chemikalien und Mineralien und schreibt: „Ich habe noch keine Bekanntschaften gemacht . . . ich lebe für mich und meine Studien, es macht mir immer mehr Freude" . . . „je mehr man vorankommt, desto mehr gefällt es, *jetzt merk ich erst, wie wenig ich weiß* . . .". Dabei führt sein *Fleiß* „durch das viele Sitzen einen kurzen Atem" bzw. „einen Brustkrampf" herbei (vom November 1820 bis Dezember 1821). Was einst Hänschen nicht lernte, lernt Hans — um so mehr: Er studiert nun Griechisch, Lateinisch, Französisch privatim, belegt auch Mathematik, Botanik, Mineralogie, Technologie. Aus *Erlangen* [5] schreibt er (Juli/August 1821): „Mein Frühstück ist seit zwei Monaten Butterbrot mit Wasser, und mein Abendessen, Butterbrot und Bier" . . . „ich schränke mich auf alle mögliche Art ein" . . . „ und kein bares Geld." Und weiter (November/Dezember 1821): „Ich habe . . . Physik und Botanik nebst Technologie getrieben mit einem mir möglichen Fleiße" . . . „ich treibe Mathematik und Latein mit Erfolg. An Arbeit fehlt es mir nicht, wenn nur die Tage nicht so kurz wären. Es fehlt mir jetzt weiter nichts als an Geld." Als der Abschied aus Erlangen naht, heißt es (März 1822): „Je früher Sie mir das Geld senden werden, desto früher werden Sie mich in D. (Darmstadt) sehen . . .".

Und das *Fazit*? Es genügt nicht, als ein Genie geboren zu sein, man muß es auch *werden*: Dazu gehört Fleiß, Geduld, Ausdauer, Geld und etwas Glück. Gelten diese Anforderungen nicht auch für den Studenten von heute? Bestimmt doch Geld — quasi eine moderne „materia prima" — sogar unsere „Ultra"-Forschung im Gebiete des winzigen Atomkerns wie des unendlichen Weltraumes.

In den Briefen unseres jungen Genies LIEBIG schwingt dauernd noch ein spezifischer Ton mit, er erinnert fortlaufend an die *chemisch-technische* Umwelt des Jünglings, an seine geistige und soziale Verbundenheit damit. Dieses ausgeprägte technisch-praktische Interesse dokumentiert sich in den zahlreichen Berichten an die Eltern über Fabrikbesuche, Fabrikationsverfahren, neue Stoffe, z. B. Jod, davon auch eine Probe, die er dem Prof. KASTNER „ . . . wegpraktiziert habe" (!), Rezepte für Blau, Grün, Proben von „selbstgefertigtem Chromgelb" (!), Platinsalmiak mit Anweisung zum „Platinieren der Tongefäße". „Das Platin steht im Preise von Silber." „Wenn die Versuche glücklich ausfallen, könnte man ein ungeheueres Geld verdienen" (!). Als das Sorgenkind der Familie, sein Bruder LUDWIG, vom väterlichen Geschäft fort will, schreibt JUSTUS: „*Was könnten wir zusammen das Geschäft heben und Chemikalien fabrizieren*"! (Brief aus Bonn, 20. Februar 1821). Eine ähnliche Tonart kehrt in den Briefen aus Erlangen wieder; nach dem Besuch einer chemischen Fabrik teilt er den Eltern *alle technischen Details* für die Fabrikation von Grünfarben, Berlinerblau, blausaurem Kali, Quecksilberpräparaten u. a. mit (Juli 1821).

*III. Will Jung-*LIEBIG *technischer Chemiker werden?*

Er lernt Griechisch, „denn wenn ich einmal als *Doktor der Naturphilosophie* promovieren will, wird es gefordert" (Bonn, 1. Februar 1821). Dagegen will er (von Erlangen aus, Brief von August 1821) „*nicht als Chemiker*, sondern als *Kameralist*" gelten, da in den Kameralwissenschaften „ich wohl am meisten leisten kann". Man beachte diese *Selbsteinschätzung* LIEBIGs *für praktischen Verwaltungsdienst*. Da schaltet sich als ein guter Genius sein Lehrer KASTNER ein und rät ihm, sich dem *Lehrfach* zu widmen; nunmehr steht es fest: „ . . . besser überlegt halte ich es für gut, mich dem Lehrfach der Chemie ganz zu widmen . . .". „Wenn es gleich etwas mehr Geld kosten wird." — „Alle meine Kräfte will ich anwenden, um etwas leisten zu können" (Oktober/November 1821). Alea iacta est! möchten wir ausrufen, denn damit ist sein Zukunftsweg als *Wissenschaftler* vorgezeichnet.

Bevor wir diesen entscheidenden Erlanger Lebensabschnitt verlassen, sei noch eines besonderen Umstandes gedacht, nämlich der Beziehungen LIEBIGs zur Naturphilosophie und zu deren Hohenpriester SCHELLING. In dem Aufsatz „Über das Studium [6] . . ." (1840) schreibt LIEBIG selbst, daß er „einen Teil seiner Studienzeit auf einer Universität zugebracht habe, wo der größte (Natur-)Philosoph und Metaphysiker des Jahrhunderts die studierende Jugend zur Bewunderung und Nachahmung hinriß", „diese Philosophie hat mich um zwei kostbare Jahre meines Lebens

gebracht". In den gangbaren Werken der Chemiegeschichte heißt es, daß LIEBIG „in Erlangen zu den Füßen SCHELLINGs gesessen hatte" [7]. Dazu und gegensätzlich wäre folgendes zu sagen: In den *Briefen* LIEBIGs als den unmittelbaren Erlebnisberichten kommt weder SCHELLINGs Name noch die Erwähnung seiner oder anderer Philosophievorlesungen vor. Wir müssen daraus folgern, daß LIEBIG *überhaupt keine Vorlesungen bei* SCHELLING *oder über Naturphilosophie gehört hat*, was bei seiner praktisch-technischen Orientierung durchaus verständlich ist, er war von vornherein immun gegen abstrakte Dinge und Romantik.

Die „zwei kostbaren Jahre" reduzieren sich tatsächlich auf acht Monate, die er als Student in Erlangen verbrachte (Mai 1821 bis März 1822). Und der angebliche *Verlust* [8] war eigentlich ein Glück und mehrfacher Gewinn. Wie man dem großen HUMPHRY DAVY nachsagt, seine größte Entdeckung sei MICHAEL FARADAY, so kann man dem seinerzeit vielgenannten Prof. KASTNER nachrühmen: *seine* große Entdeckung sei JUSTUS LIEBIG! Seit Bonn hatte er Jung-LIEBIG zu sich und zu gemeinsamen Experimenten herangezogen; in Erlangen gab *er* LIEBIG den Kurs für seine Lebensbahn; in Erlangen *lernte* LIEBIG die Fächer (Lateinisch, Französisch, Mathematik usw.), die er im Darmstädter Gymnasium nicht gelernt hatte; in Erlangen unter KASTNER entstanden LIEBIGs literarische Erstlingswerke, von KASTNER zum Druck befördert (in BUCHNERs Repert., 1822), und von Erlangen aus richtete KASTNER sein Empfehlungsschreiben an den hessischen Großherzog, in welchem er für seinen durch „Fleiß" und „Experimentalfertigkeit" hervorgetretenen Zögling JUSTUS LIEBIG um ein Stipendium für einen *„halbjährigen Aufenthalt in Paris"* nachsuchte zwecks Ausbildung zum „künftigen Lehrer der Chemie" (Brief aus Erlangen vom 12. April 1822). Und so geschah es, daß JUSTUS LIEBIG, „Kandidat der Philosophie", im Besitz des Großherzoglichen Reisestipendiums von 330 fl. *„auf ein halbes Jahr nach Paris"* abreist! Ein neues Szenenbild mit neuen Helden schildern nun Jung-LIEBIGs Briefe aus Paris, beginnend mit dem 8. November 1822, dem Beginn seines Vorlesungsbesuches bei THÉNARD (Chemie) und GAY-LUSSAC (Physik). Wohl ersetzt er die alte Erlanger Garderobe [9] durch einen neuen Pariser „schwarzen Frack, dgl. Hosen und Weste, Hut", doch untrennbar ziehen mit ihm sein ungestillter Wissens- und Leistungsdrang, aber auch seine *technisch-geschäftlichen* Interessen sowie die — Geldsorgen:

Er bemüht sich, „in mehrere chemische Fabriken zu kommen" ... „so haben alle berühmten Chemiker hier Fabriken", *er* schließt mit Unternehmern einen Kontrakt über die Fabrikation eines „Pariser Grün" (aus Grünspan, Arsenik und Holzessig) mit gutem Profit ab ... „ich habe vielleicht während der 5 Jahre (des Kontraktes) ein kleines Kapital" (!). Doch gleichzeitig (21. November 1822) hören wir den alten Grundton „Geldnot". Nachdem es schon im ersten Brief hieß: „In den ersten Tagen kostete es erstaunlich viel Geld", klagt er später im Mollton: „Geld ist das Brot des Parisers, Geld ihr Morgen- und Abendgebet." Schon im November hat er ein Bittgesuch um das „verlängerte Stipendium und den Zuschuß" abgeschickt. Es ist das *Glück* LIEBIGs, daß er für diesen neuen Lebensabschnitt neben dem alten Gönner Prof. KASTNER einen neuen Förderer in dem Kabinettssekretär des Großherzogs — SCHLEIERMACHER — fand, der nun die in einer Art „Kettenreaktion" erfolgenden Geldnotrufe LIEBIGs auffing und günstig erledigte. (LIEBIGs Pariser Aufenthalt erforderte insgesamt rund 2700 fl. statt der anfänglichen 330 fl.!)

Die Kollegien allein kosten 240 fl., dazu: Kost, Logis, Wäsche, Schuhe, Mathematik- und Französisch-Unterricht, Unterweisung im Glasblasen, dazu reicht kein Stipendium von 330 fl. Nun dauert ein Kurs ein ganzes Jahr bzw. zwei Semester, wobei im kommenden Sommersemester GAY-LUSSAC durch BIOT und THÉNARD durch DULONG vertreten wird, hinzu kommt noch „Cléments Anwendung der Chemie auf Künste, hat rein praktische Tendenzen". Von den Vorlesungen ist LIEBIG sehr beeindruckt: „Die *Versuche* werden mit großem Aufwand von Materialien angestellt", ohne Rücksicht auf Kosten, es scheint nötig zu sein, „... durch glänzende Versuche auf die Menge zu wirken" (Januar 1823): Er ist „von morgens 8 bis abends um 12 Uhr tätig" und rühmt den „mathematischen Sinn unter den französischen Gelehrten" sowie ihren Fleiß, von sich schreibt er: „... doch kenne ich, bis jetzt, noch keine Schwierigkeit, die nicht durch dauernden *Fleiß* besiegbar wäre" (November 1822).

Bemerkenswerte Einblicke in die tiefe geistige Wandlung — „die Vorlesungen GAY-LUSSACs, THÉNARDs und anderer haben es bewirkt" — gewährt er brieflich seinem Freunde A. WALLOTH gegenüber: *„Eitel [10] auf das wenige Wissen, kam ich hierher ... und finde mich auf einmal unter Leuten, unter denen ich selbst der Kleinste bin."* (23. Februar 1823).

Im März 1823 hat LIEBIG eine Bittschrift nach Erlangen bzw. an Prof. KASTNER gerichtet, um den *Doktorgrad* zu erlangen, er schmiedet neue Pläne — etwa nach Stockholm zu gehen, im April ist es Kopenhagen (Prof. ÖRSTED), fertigt neue Gesuche um Stipendiumverlängerung und Erhöhung (auf 750 fl.) an, erörtert die Eventualität einer *Professur in Gießen*, jedoch *„wegen einer Professur in Gießen muß ich* bemerken, daß ich wenig Lust habe dorthin zu gehen" (28. April 1823, der Vater soll dies Herrn SCHLEIERMACHER eröffnen); im Mai scheint ihm von der Regierung bedeutet worden zu sein, in Paris weiter zu arbeiten. Im Juni taucht der Plan auf, das nächste Jahr nach England „auf einige Monate zu gehen". Im Juni 1823 trifft das Erlanger Doktordiplom ein. Prof. KASTNER übersendet es persönlich dem Großherzog nach Darmstadt und empfiehlt nochmals seinen „trefflichen Schüler". Dieser hat inzwischen in Paris einen „Kursus" belegt, der 600 frcs kostet und wozu er „... ein ganzes Laboratorium in Beschlag nehmen muß und allein bin", — es ist wohl das Laboratorium VON VAUQUELIN. *„Auf Anraten* THÉNARDS *und* GAY-LUSSACS habe ich eine sehr weitläufige Arbeit unternommen, die meinen Ruf begründen (wird)."

Im Juli/August 1823 meldet er den Eltern stolz von der „Entdeckung einer *Säure* ... durch die Wirkung des Alkohols auf Salpetersäure, die Verbindung dieser Säure mit Metalloxyden konstituiert das *Knallsilber* [10], *Knallquecksilber* [10], Knallkupfer, -eisen, -zink, wobei mehrere Analysen ... uns (!) die Zusammensetzung dieser Materien genau kennen lehrten". LIEBIG fertigt ein Mémoire an: „THÉNARD ging es mit mir noch einmal durch", und in der Sitzung der französischen Akademie hatte „... GAY-LUSSAC die Freundlichkeit es vorzutragen. *Ich* brachte die neuen Salze und Präparate mit und legte sie der Versammlung vor ... Selbst Herr v. HUMBOLDT, der berühmte Reisende, kam zu mir und unterhielt sich noch beinahe eine Stunde mit mir" (6. August 1823).

Damit nähern wir uns zeitlich dem Höhepunkt in LIEBIGs Pariser Lehrzeit und Aufenthalt. Die *Begutachtung* (16. Dezember 1823) einer Arbeit LIEBIGs über „le mercure fulminant de Howard" wird im Auftrag der Akademie durch GAY-LUSSAC und DULONG ausgeführt: die Arbeit wird als „très remarquable" bezeichnet, die „les plus hautes espérances du talent de son auteur" hegen läßt, sie wird in dem „volume des savants étrangers" publiziert. Dieses Urteil der zwei

Großen in der Chemie wiegt schwer, die „Knallerbsen" bzw. das „Steckenpferd" des Schulknaben ist eine Maskotte des Jünglings geworden, hat ihm wissenschaftlichen Ruhm und einen neuen Gönner gebracht, denn (am 5. Februar 1824) richtet ALEXANDER VON HUMBOLDT spontan ein Empfehlungsschreiben an den Großherzog von Hessen sowie an SCHLEIERMACHER, worin er das glänzende Debut des jungen Gelehrten LIEBIG in der Pariser Akademie rühmt und in ihm einen künftigen würdigen Professor erblickt. Die geplante Heimreise muß LIEBIG aufschieben, da (gleichzeitig) „. . . M. GAY-LUSSAC *noch einige Versuche über denselben Gegenstand mit mir anstellen will.*" Am 25. März 1824 kann er SCHLEIERMACHER mitteilen: „Die Arbeiten, welche Herr GAY-LUSSAC *mit mir* gemeinschaftlich unternommen hatte, sind nun beendet und das Mémoire wurde am 22. März dem Institut vorgelesen" . . . „Das *Reisegeld* (200 fl.) kam mir außerordentlich zustatten . . ."

Im Mai 1824 erfolgt seine Ernennung zum *Professor der Chemie an der Universität Gießen*: Damit schließt unser historisches Märchen „von den Knallerbsen [*10*], oder wie Einer berühmt und mit 21 Jahren Professor der Chemie wurde". Nicht unerwähnt darf bleiben, daß diese „Knallerbsen" (= *knallsaures* Silber AgOCN) wegen der gleichen Zusammensetzung mit dem 1822/23 von FRIEDR. WÖHLER entdeckten *harmlosen, cyansauren* Silber AgOCN das erste und frappanteste Beispiel für die sog. *Isomerie* bildete und die Ursache für den einzigartigen *Freundschaftsbund* LIEBIGs und WÖHLERs wurde.

Wir gedachten mit dieser dokumentarischen Schilderung des Werdegangs LIEBIGs die *Aktualität* desselben — auch für ähnliche Verhältnisse der Gegenwart geltend — zu veranschaulichen: Fleiß, Geduld, Ausdauer, auch Geld und Glück sind die Elemente, die auch heute den werdenden Chemiker-Forscher zum Ziel führen.

IV. Professor LIEBIG *und die Technik* [*11*].

Ein charakteristischer Zug LIEBIGs ist seine *technische* Orientierung und Versierung, sie ist uns bereits in den Briefen zahlreich und oft unvermittelt durch Ratschläge an den Vater, technische Projekte, Farbstoffrezepte usw. entgegengetreten. Sie offenbart sich auch nach seiner Ernennung zum Professor, als er die chemische Analyse der Salzhausener Quelle ausgeführt hatte und dem Finanzministerium den Vorschlag machte, die chlormagnesiumhaltigen Mutterlaugen der Quelle durch Zerlegung mit Schwefelsäure in Bittersalz (Magnesiumsulfat) und Salzsäure umzuwandeln. Das Ministerium folgt dieser Anregung (1825) und errichtet in Salzhausen eine Bittersalz- und Salzsäurefabrik. (Durch diese Arbeiten für das Finanzministerium hofft LIEBIG, zu seinem Gehalt von 300 fl. jährlich etwas zuzuverdienen, vgl. Brief an SCHLEIERMACHER vom 30. März 1825).

LIEBIG macht alle Kostenanschläge für die Gewinnung und den Verkauf der Produkte, führt die Einrichtung der Fabrik aus, und nach umständlichen Vorversuchen beginnt im Jahre 1828 die Fabrikation, bzw. LIEBIG ersucht um seine Entbindung von der seit drei Jahren verfolgten Aufgabe. Er ist von der Rentabilität der ganzen Anlage überzeugt und erbietet sich, *die Fabrik selbst käuflich zu übernehmen* (12. Februar 1828). Daraufhin überträgt die Staatsregierung den ganzen „*technischen Betrieb*" sowie die Sorge um „*den vorteilhaftesten Absatz*" der fabrizierten Produkte dem Prof. LIEBIG gegen entsprechende Remuneration und Gewinnbeteiligung (24. Februar 1828). Über diese interessante (und wenig bekannte) Episode — LIEBIG als *Techniker* — liegt ein umfangreiches *Aktenmaterial* vor [*11a*]. Die letzte Akte [*28*] vom „3. May 1831" schließt mit einer „untertänigsten" Anzeige LIEBIGs, daß seine vor zwei Jahren nach Salzhausen unternommene Reise zu „Versuchen über eine verbesserte Bittersalzgewinnung" noch immer nicht beglichen worden ist. Die technischen Schwierigkeiten zur Gewinnung eines *reinen* Bittersalzes waren größer als der Optimismus des jungen Professors, der erhoffte Gewinn schrumpfte zusammen und die geistigen Interessen verlagerten sich auf die *reine Chemie.*

Maßgebend dafür war wohl die Freundschaft mit FRIEDR. WÖHLER. Dieser Freundschaftsbund löst einen *rein wissenschaftlichen Arbeitsbund* aus, der im Jahre 1830 beginnt, zu *18* Arbeiten von „LIEBIG *und* WÖHLER" führt, und die hervorragendsten Leistungen LIEBIGs mit einschließt (Radikal der Benzoesäure 1832; Bildung des Bittermandelöls 1837; Natur der Harnsäure 1838) kleinere gemeinsame Arbeiten reichen bis 1847. Das *Jahrzehnt 1830—1840 ist die der reinen wissenschaftlichen Forschung gewidmete Periode im Leben* LIEBIGs, z.B. seine Arbeiten über Aldehyd (1835), über die Konstitution organischer Säuren (1838), über die Gärung (1839). In dieser Periode schafft er die neue Technik und Form des chemischen Laboratoriumsunterrichts, die neue Technik der Elementaranalyse (1831 u. ff.), die Verbesserung der präparativen Technik durch Einführung des LIEBIG-(bzw. WEIGEL-)Kühlers, der Schmelzröhren (FRIEDR. WÖHLER). Auch auf dem Gebiete der chemischen *Literatur* wirkt er reformierend, eine neue Technik in der Berichterstattung schaffend, und zwar seit 1831, als er in die Redaktion des „Magazins der Pharmazie" eingetreten war und nun gemeinsam mit BRANDES und GEIGER dieses als „Annalen der Pharmazie" herausgab (seit 1839 gemeinsam mit WÖHLER als „Annalen der Chemie und Pharmazie" fortgesetzt). Er hatte diese Funktionen „des verdammten Geldes wegen" übernommen, entfaltete in den „Annalen" eine schonungs- und rücksichtslose, sprachliche und sachliche „Experimentalkritik" und erzeugte eine vielseitige *Gegenkritik*, die ihn immer mehr verbitterte und zunehmend von der wissenschaftlich-theoretischen Forschungsrichtung — entfernte.

V. Wendepunkt.

Die Zeit um 1840 bedeutet eine sichtbare *Wandlung* in LIEBIGs *Verhältnis zur reinen Chemie*, wir möchten sagen: eine *Rückkehr* zu seinen Jugendinteressen, entsprechend seinen primären Anlagen und Beschäftigungen, die in *technisch-praktischen Anwendungen* wurzelten. Als der offizielle Auftakt dieser neuen Arbeitsperiode LIEBIGs — der *längsten* seines Lebens — läßt sich sein 1840 erschienenes epochemachendes Buch „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" bezeichnen.

Das Werk ist eigentlich ein Verlegenheitsprodukt, da es ursprünglich (im Auftrage der British Association for the Advancement of Science) einen Bericht über die kontemporären theoretischen Grundlagen der organischen Chemie bringen sollte. Der Titel „*organische* Chemie . . ." ist eigentlich eine Mystifikation, da der geistige Schwerpunkt des Buches in der Lehre von dem künstlichen *Mineral*dünger [*12*] bzw. den *anorganischen* Stoffen zur Melioration des Ackerbodens beruht. Auf dieses Buch geht nicht nur die moderne Ackerbodenchemie zurück, sondern auch die chemische Großindustrie: „die, in ihrer Gesamtheit betrachtet, bedeutungsvollste aller chemischen Industrien, im engeren Sinne die der künstlichen Düngemittel in gerader Linie auf LIEBIG zurück" (ALBR. SCHMIDT). Dieses Buch erlebte sechs deutsche Auflagen (in 6 Jahren), vier englische (und eine amerikanische) Ausgaben, ferner Übersetzungen ins Französische, Holländische, Dänische, Italienische, Polnische und Russi-

sche. Das Werk eroberte sich also die große Welt und drang in die kleinen Bauernhöfe: Man lese z.B. in FRITZ REUTERS „Ut mine Stromtid" nach, um die Popularität und die revolutionierende Wirkung dieses LIEBIG-Hausbuches zu erkennen. Im Jahre 1842 veröffentlichte LIEBIG sein wesentlich an die Fachkreise gerichtetes Buch „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie", worin Ernährungs- und Gesundheitsprobleme behandelt wurden.

Dann erschienen 1844 als ein neuer Schlager seine „Chemischen Briefe". Populärwissenschaftlich und sprachlich schuf der 41jährige damit eine meisterhafte Werbeschrift der Chemie bzw. der *technischen Anwendungen chemisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse im ganzen Bereich des menschlichen Seins.* Einzigartig und wohl einmalig war der Erfolg: Nach sechs deutschen Auflagen (die letzte erschien 1878) erschienen Übersetzungen in dänischer, englischer, französischer, holländischer, italienischer, polnischer, russischer, schwedischer und spanischer Sprache. Von 26 Briefen im Jahre 1844 stieg ihre Zahl auf 50 im Jahre 1859, sie sind also gleichsam Dokumente über LIEBIGs geistigen Entwicklungsprozeß von 1844—1859. „Es ist die Wissenschaft allein, die fähig und empfänglich macht für alle und jede *Anwendung*, so in der *Chemie und Technik, wie in der Landwirtschaft und Physiologie*", diese *Anwendungen* haben die Steigerung des *„materiellen Wohlstandes"* im Gefolge, so auch „eine jede einzelne *Entdeckung* der Chemie" ... „Die *Seife* [*13*] ist ein Maßstab für den Wohlstand und die Kultur der Staaten" (1844). Noch 1866 schrieb er, daß „... der Fortschritt des Menschengeschlechts wesentlich durch seine *Erfindungen, die seine Zivilisation bedingen*, und durch die mittels derselben erweiterten Erfahrungsbegriffe bedingt ist. Alles übrige, Religion, Philosophie, bedeuten nur insofern etwas, als sie sich diese Erfahrungsbegriffe aneignen" (Akademie-Rede sowie Brief an WÖHLER, 29. Juli 1866) [*13*].

Wenn einerseits dieses Bekenntnis zum *Nützlichkeitsprinzip* in der Wissenschaft die praktisch-technische Orientierung derselben förderte, so errichtete es andererseits eine *Barriere* zwischen der experimentellen Naturforschung und den Geisteswissenschaften, die — nach PLATO und SOKRATES — ohne Bezug auf Nützlichkeit die Forschung um ihrer selbst willen kultivieren.

Auf diesem von Streit und Widerstand erfüllten Gebiet, geschaffen durch positive Leistungen und negierende Einstellungen LIEBIGs, bald als Schöpfer einer neuen Landwirtschaft, bald als Herold des Nutzens der Wissenschaft, diese als Naturwissenschaft deutend und ihr Primat in der Menschheitskultur vor den Geisteswissenschaften betonend: So wurde sein *Name* laut- und weittönend und *populär*, eine Art Symbol für einen kämpferischen revolutionären Popularisator und Streiter für die Hebung des Volkswohls, sein *„Ruf"* (= Ruhm) drang als ein Kampfruf in die weitesten Kreise.

Diesen totalen Umschwung seines geistigen Pendels — von der reinen Chemie zurück zur technisch-praktischen Anwendung — versucht LIEBIG selbst in einem Briefe an BERZELIUS zu erklären bzw. zu entschuldigen: „ein unüberwindlicher Ekel und Widerwillen gegen das Treiben in der Chemie" ... „auf die Spitze getrieben durch den Streit über die Substitutionstheorie" habe ihn erfaßt. In diesem Streit unterlagen BERZELIUS' dualisch-elektrochemische und LIEBIGs Radikaltheorie gegenüber der Substitutions- bzw. Typentheorie von DUMAS. Dazu kam noch ein körperliches Leiden, das auch dem Genie nicht erspart wird. In der Jugend ein Asthmatiker, als 29jähriger durch Überarbeitung dem Zusammenbruch nah, mit 36 Jahren klagt er über „Mutlosigkeit und Altwerden", mit 44 Jahren über eine unbegreifliche Stumpfheit. Und weiterhin berichtet er dem Freunde WÖHLER, daß es „ihm gleichgültig sei, ob es noch ein Oxyd vom Silicium gäbe oder nicht, ob das Atomgewicht des letzteren 21 oder 14 sei" usw. — Er blieb ja auch 1860 dem berühmten ersten internationalen Chemiker-Kongreß in Karlsruhe fern, obgleich er in Wildbad weilte [*14*].

Die Altersperiode LIEBIGs — eine Zeit der geistigen Nachlese auf dem Ährenfeld seines schöpferischen Lebens — dokumentiert sich offiziell bei seiner Berufung nach München (1852), wobei er als Chemieprofessor ausdrücklich auf eine Teilnahme oder Leitung des chemischen Laboratoriumsunterrichtes verzichtete: war der letztere nicht die große Schöpfung LIEBIGs als Organisator und Lehrer gewesen? In dieser Münchener Zeit 1852—1873 widmet LIEBIG seine Restenergien der experimentellen Lösung von *technisch-praktischen* Fragen vorwiegend landwirtschaftlicher und ernährungsphysiologischer Art. Erwähnt seien: Der „Fleischextrakt" (seit 1846/47 u.ff.) als Nahrungsmittel gedacht (jedoch ohne Nährwert, dient als Speisenwürze); die Herstellung von Silberspiegeln auf Glas an Stelle der giftigen Zinnamalgam-Spiegel; die Herstellung von Seife, von Säuglingssuppe, von Brotbackpulver (der chemische Vorgang des Brotbackens sowie der Gärung überhaupt); Kaffeekochen, Kaffee-Extrakt, künstlicher Kaffee; künstlicher Rahm. Gewiß, interessante und nützliche Dinge, doch möchte man fragen: Entsprechen Küchenrezepte dem geistigen Potential eines LIEBIG? Trotz seiner Abkehr von der chemischen Wissenschaft setzte er seine chemischen Vorlesungen noch im Winter-Semester 1872/73 fort. Er entschlief infolge einer Lungenentzündung am 18. April 1873.

VI. Schluß.

Unsere Darlegungen sollten eine „psycho-analytische Studie" sein und LIEBIG — einmal „anders gesehen" — in seinem Jugendalter beim Werdegang sowie in der Altersperiode beim Abklingen der geistigen Schöpferkraft des berühmten Chemikers nahebringen, indem wir das Reinmenschliche seines Wesens erfassen und einen Beitrag zu seiner Charakterologie liefern wollten: daraus sollten sich dann die moralisch-charakterlichen Elemente für LIEBIG *als Vorbild* ergeben. Das Jugendalter bzw. die akademische Lehrzeit ließen uns den eisernen Fleiß und die Ausdauer des Frühreifen bei seinem leidenschaftlich-hastigen „Erjagen" chemischer Erfahrungen und Kenntnisse sowie eine Vorliebe für Experimente nebst einer besonderen Beobachtungs- und Kombinationsgabe und einer ausgeprägt prakisch-technischen Einstellung zur Wissenschaft erkennen — dies als Erbgut aus dem Elternhause, in dem er seine geistige Überlegenheit fühlte (diese dann nachher allgemein geltend zu machen trachtete). Der Höhepunkt seiner rein wissenschaftlichen bzw. *experimentellen* Leistungen — in Zusammenarbeit mit FRIEDRICH WÖHLER — sowie seine grundlegenden Leistungen als Organisator des chemischen Unterrichts und als begeisterter akademischer

Lehrer: sie finden ihre Ausprägung im Jahrzehnt 1830—1840. Dann beginnt im 5. Lebensjahrzehnt des berühmten *Wissenschaftlers* eine sichtbare Abkehr von der reinen Forschung und eine Hinwendung bzw. *Rückkehr* zur Anwendung der Wissenschaft in Praxis und Technik. Verbunden ist diese katastrophale Wandlung mit physischen Erschöpfungs- und psychischen Depressionserscheinungen. Die Ursachen derselben sind unschwer erkennbar, sie liegen in einer Überarbeitung und in der Bekämpfung der Theorien LIEBIGs sowie seiner (oft maßlosen und ungerechten) Kritiken seiner zahlreichen wissenschaftlichen Gegner [*15*]. Hier gilt es nun, die hierfür entscheidenden Charaktereigenschaften des großen Mannes unverblümt zu nennen — und von dem Vorbildideal zu trennen. LIEBIGs bester Freund WÖHLER muß ihn einen „rücksichtslosen", „spöttischen", „verletzenden" Kritiker nennen, er muß zugeben, daß bei den gemeinsamen Untersuchungen er „an seinem Teil Ehre unverdienterweise etwas zu kurz komme"; LIEBIGs väterlicher Freund BERZELIUS tadelt seine „Eitelkeit" [*16*], die zur Herrschsucht führt und äußert sich zu LIEBIGs Schreibweise: „Es ist sein Unglück, daß der Teufel in ihn fährt, sobald er die Feder in die Hand nimmt." Darf ein Genie — dieses geistige Edelgut eines Volkes — ohne das Maß zu halten, seine physisch-psychischen Energien zur Befriedigung seiner persönlichen Ambitionen in Hetzarbeit verbrauchen und zu haßerfüllten Polemiken mißbrauchen, um dann bereits im 5. Lebensjahrzehnt sich gealtert, entkräftet und der Wissenschaft entfremdet zu fühlen? Ist es nicht eine tiefe Tragik und ein unersetzlicher Verlust für die ganze Kulturmenschheit, wenn ein großer und rauschender Geistesstrom sich plötzlich und vorzeitig in ein stilles Bächlein umwandelt? Und tief erschüttert blicken wir auf die Münchener Jahrzehnte LIEBIGs, des *Lehrers* von Gottes Gnaden mit einer „außerordentlichen *schulebildenden* Kraft" (W. OSTWALD [*17*]), wie er (1853 im Briefe an WÖHLER) erklärt, „es *fehlt mir an Kraft* es ferner zu tun". Im Widerschein seines früheren ruhmvollen Auftretens in der *organischen* Chemie steht er abseits gerade von allen theoretischen Fortschritten dieses Gebietes und lehrt öffentlich die Chemie, und als Ergebnis „. . . gab es an der Universität München keine Einrichtungen für chemischen Unterricht, und es gab auch keine Studenten der Chemie" (WILLSTÄTTER [*18*]).

Literatur.

[*1*] Vgl. z.B. DECHEND, H. v.: Justus von Liebig in eigenen Zeugnissen. Weinheim: Verlag Chemie 1953. — HUISGEN, R.: Liebigs unvergängliches chemisches Werk. Angew. Chem. **65**, 361 (1953). — [*2*] WILLSTÄTTER, R.: Aus meinem Leben, S. 121. Weinheim: Verlag Chemie 1949. — [*3*] Justus Liebigs Erinnerungen an seine Jugendjahre. Ber. dtsch. chem. Ges. **23**, 817 (1890). — [*4*] BERL, E.: Briefe von Justus Liebig. Gießen 1928. — [*5*] Hier tritt L. Vereinen bei, wird Corpsstudent und gerät in Studentenkrawalle. — [*6*] LIEBIG, J.: Über das Studium der Naturwiss. usw. Braunschweig 1840. — [*7*] MEYER, E. v.: Geschichte der Chemie, 4. Aufl., S. 241. 1914. — [*8*] Einen Zeitverlust brachten LIEBIG die unter [*5*] erwähnten Affären, hierauf weist auch LIEBIGs Warnung an seinen Erlanger Studienfreund WALLOTH hin: „Mische Dich um alles nicht in Burschenhändel" (Febr. 1823). — [*9*] Das Jahr zuvor hatte sich L. einen grünen Biberrock nebst grauen Hosen und schwarzer Weste angelegt. — [*10*] Diese waren 1800 von E. HOWARD entdeckt und nachher auf Jahrmärkten als „Knallerbsen" demonstriert worden: hierbei hatte der Gymnasiast LIEBIG ihre Darstellungsweise abgeguckt. — [*11*] Vgl. MATSCHOSS, C.: Männer der Technik. Berlin: VDJ-Verlag 1925. — [*11a*] BERL, E.: Liebig und die Bittersalz- und Salzsäurefabrik zu Salzhausen. Weinheim: Verlag Chemie 1931. — [*12*] Hier wäre an Jugendeindrücke zu erinnern: an KASTNERS Düngesalz (Bonn 1821) sowie an das von LIEBIGS Vater empfohlene Einweichen der Samen in Mistjauche. — [*13*] Das Echo von der Gegenseite war: Materialist (=Atheist), alter Seifensieder, Mistfahrer. — [*14*] Vgl. STOCK, ALFR.: Der internationale Chemiker. Kongreß 1860. Weinheim: Verlag Chemie 1933. — [*15*] Solche Gegner waren: BERZELIUS, CALDWELL, DUMAS, LAWES, LAURENT, LÖWIG, MARCHAND, MEISSNER, E. MITSCHERLICH, MULDER, WOLFF u. a.! — [*16*] Zum Beispiel: Bei der Berufung seines Freundes WÖHLER nach Göttingen (1836) war LIEBIG tief empört, keinen Ruf erhalten zu haben: GAUSS, HANNEMANN, WEBER lehnten ihn wegen seiner Streitsucht und Empfindlichkeit ab (Brief von BERZELIUS an WÖHLER). Im Jahre 1852 schreibt LIEBIGS Freund FRIEDR. MOHR aus Koblenz, daß er der Prinzessin von Preußen chemische Vorlesungen zu halten habe; darauf folgt LIEBIGS Brief an MOHR mit der Bitte, der Prinzessin ein Buch von ihm zu überreichen und ihm Adresse und Anrede der Prinzessin mitzuteilen (April/Mai 1852). — Ende August 1852 siedelte LIEBIG nach München über . . . am 12. Februar 1853 eröffnete auch LIEBIG im neuerbauten chemischen Hörsaal die Reihe der populärwissenschaftlichen Abend-Vorlesungen, an denen selbst der König und die Königin mit allen Prinzessinnen teilnahmen! — [*17*] OSTWALD, WILH.: Forderungen des Tages, S. 144, 288. Leipzig: Akademischer Verlag 1916. — [*18*] WILLSTÄTTER, RICH.: Aus meinem Leben, S. 118. Weinheim: Verlag Chemie 1949.

Tübingen-Gammertingen.

Eingegangen am 7. Oktober 1953.

Neuere Untersuchungen über Meeresströmungen.

Von WALTER HANSEN, Hamburg.

Die dynamische Meereskunde vermag heute nicht nur einen Überblick über die Bewegungsvorgänge in den Ozeanen auf Grund der Beobachtungen zu geben, sondern sie liefert auch quantitative Beziehungen zwischen den wirksamen Kräften und den Strömungen, die numerisch ausgewertet werden können und einen Vergleich zwischen Beobachtung und Theorie ermöglichen.

Die Wassermassen der Ozeane befinden sich im allgemeinen in Bewegung, die in erster Näherung als zeitlich unveränderlich angesehen werden kann; die Geschwindigkeiten können in den oberflächennahen Schichten Werte von 2 bis 3 m/sec erreichen und sinken in den großen Tiefen auf wenige Zentimeter in der Sekunde ab. Die Bewegung erfolgt nicht nur in Niveauflächen, also in horizontaler, sondern auch senkrecht dazu in vertikaler Richtung. Eine Vorstellung von den Meeresströmungen an der Meeresoberfläche vermittelt Fig. 1. Die Pfeile ordnen sich zu den ausgedehnten, großräumigen Stromsystemen, die die mittlere Bewegung in den Ozeanen veranschaulichen.

In den äquatorialen Regionen treten die von Osten nach Westen setzenden Nord- und Südäquatorialströme hervor, die durch je einen äquatorialen Gegenstrom voneinander getrennt sind. Besonders eindrucksvoll ist der äquatoriale Gegenstrom im Pazifischen Ozean, wo er sich über mehr als 10000 km erstreckt, das ist über den vierten Teil des Erdumfangs.

Die ausgeprägtesten Strömungen mit den höchsten Stromgeschwindigkeiten werden in den westlichen Breiten schließen sich ostwärts gerichtete Strömungen an. Diese bilden auf der Südhalbkugel eine die Erde

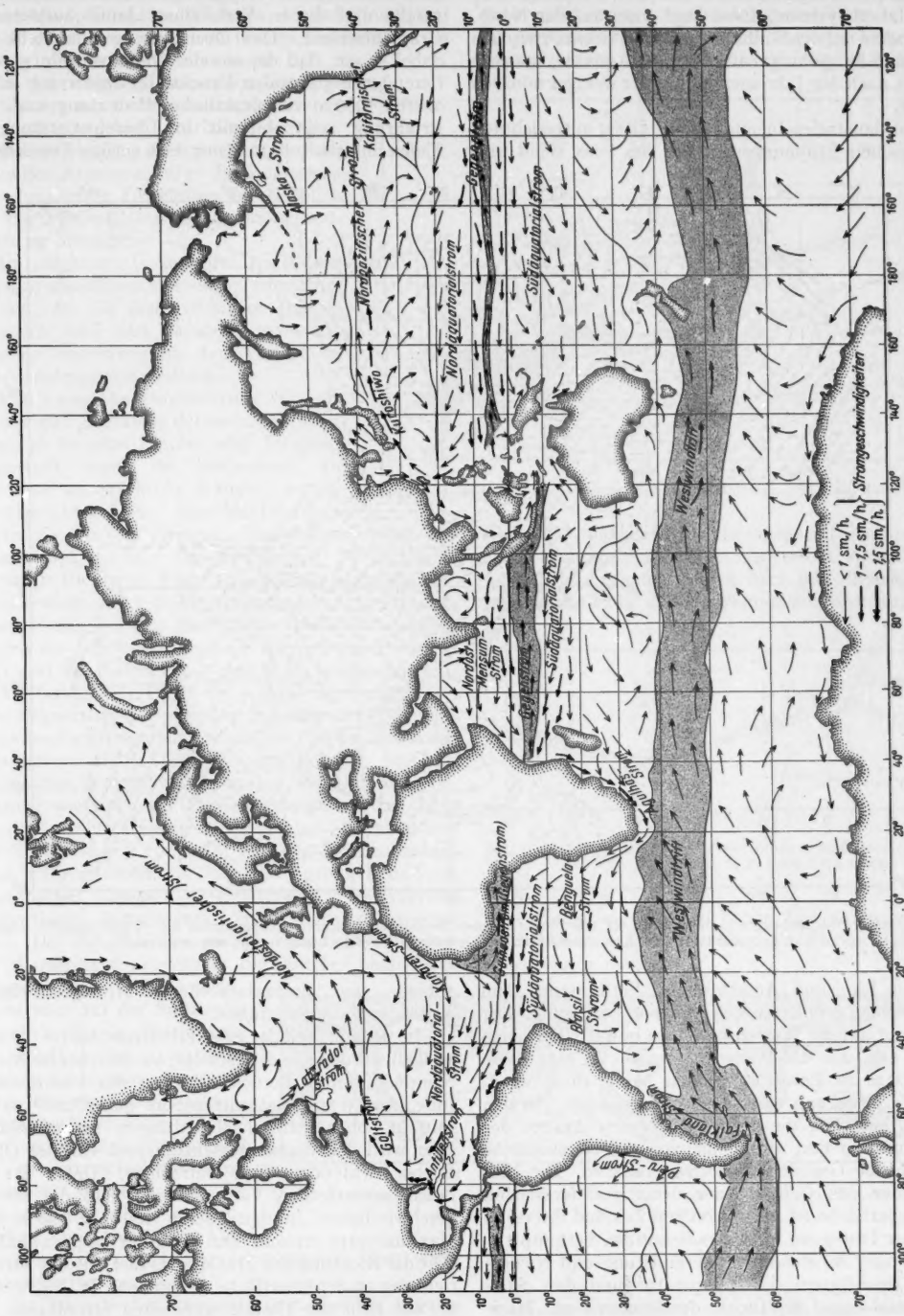


Fig. 1. Strömungen an der Meeresoberfläche.

Bereichen der Ozeane beobachtet, sie bewirken einen Wassertransport aus tropischen Regionen in gemäßigte Breiten. Bekannt sind vor allem Golf-, Brasil-, Agulhasstrom und Kuroshiwo. In den gemäßigten umspannende geschlossene Zone; in den entsprechenden Regionen der Nordhalbkugel fließen der Nordostatlantische und der Nordpazifische Strom. In den östlichen Bereichen der Ozeane strömen die Wasser-

massen äquatorwärts und gewinnen damit Anschluß an die Äquatorialströme. Im Atlantischen und Pazifischen Ozean ergeben sich somit je zwei umfangreiche Zirkulationssysteme, dabei liegt eines auf der Nord-, das andere auf der Südhalbkugel. Die Grenze zwischen beiden fällt nicht genau auf den Äquator, sondern liegt je nach der Jahreszeit mehr oder weniger nördlich davon.

Zur dauernden Inganghaltung dieser ausgedehnten ozeanischen Strömungen stehen die vom Wind und die von Ein- und Ausstrahlung, Verdunstung und Niederschlag gelieferten Energien zur Verfügung. Der Wind übt auf die Wasseroberfläche unmittelbar einen Schub aus, der die Wassermassen bis in eine Tiefe von 200 m in Bewegung setzen kann; diese winderzeugte Bewegung wird *Triftstrom* genannt. An den Küsten bewirken die Triftströme einen Anstau der Wassermassen und somit eine von der Niveaufläche abweichende Gestalt der Meeresoberfläche. Die Neigung oder das Gefälle einer derartig deformierten Meeresoberfläche ist im stationären Zustand ihrerseits mit einer Bewegung, dem *Gradientstrom*, verknüpft.

Ein- und Ausstrahlung, Verdunstung und Niederschlag beeinflussen die Temperatur und den Salzgehalt und damit die Dichte des Meerwassers. Horizontale Dichteunterschiede stehen in quantitativ erfaßbarem Zusammenhang mit denjenigen Bewegungen, die *Dichteströme* genannt werden.

Windbedingte Triftströme, Gradient- und Dichteströme sind die wesentlichen Elemente, aus denen die Meeresströmungen aufgebaut sind. Eine Kopplung der zunächst voneinander unabhängigen Trift- und Dichtestromfelder erfolgt durch das Oberflächengefälle und die in Verbindung damit auftretenden Gradientströme. Das Oberflächengefälle stellt sich dabei so ein, daß die aus der Dichteverteilung resultierenden horizontalen Druckunterschiede nur in den oberen 1000 m von praktischer Bedeutung sind. Die Erfahrung zeigt, hiermit in Übereinstimmung, in Tiefen unterhalb 1000 m nur noch geringe Druckunterschiede und dementsprechend Stromgeschwindigkeiten von einigen cm/sec.

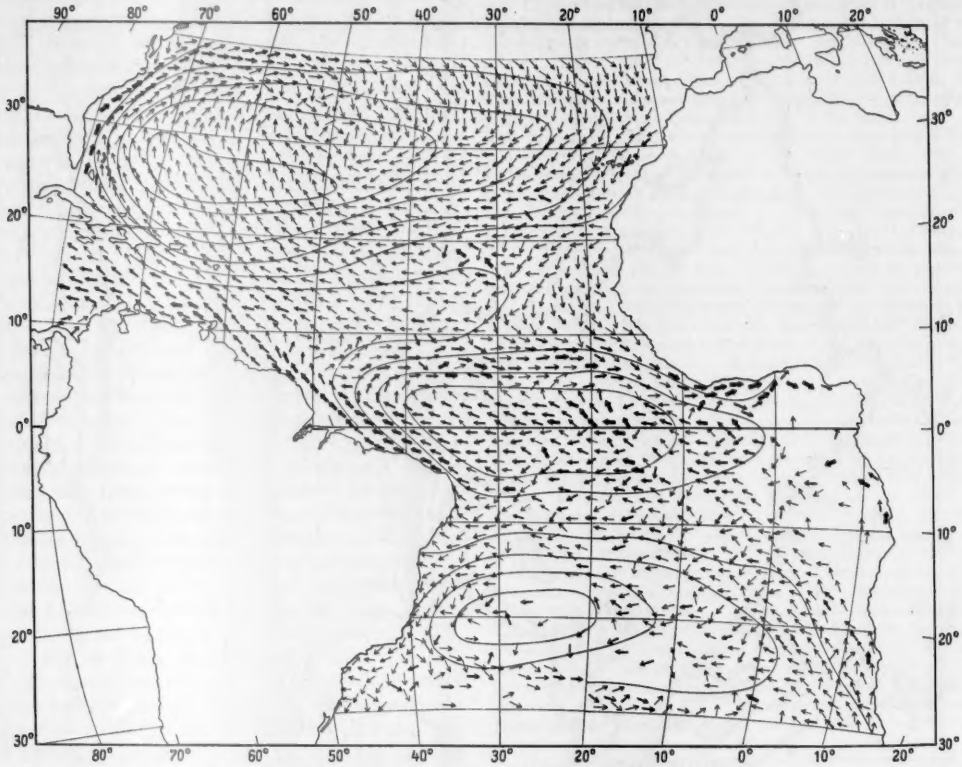


Fig. 2. Pfeile: Oberflächengeschwindigkeiten für den Monat August (beobachtet). Kurven: Stromlinien des Wassermassentransportes (aus den Windbeobachtungen berechnet). ← < 0,5 sm/h; ← 0,5 bis 1,0 sm/h; ← > 1,0 sm/h.

In neuerer Zeit ist eine Triftstromtheorie [*1*] entwickelt worden, die es gestattet, aus dem beobachteten Windfeld, unter Berücksichtigung der Dichteverteilung, den Wassermassentransport quantitativ zu ermitteln, ohne Strombeobachtungen heranzuziehen. Hier wird der Wassermassentransport von der Oberfläche bis 1000 m Tiefe betrachtet. Unter der im Ozean zutreffenden Voraussetzung, daß die Stromgeschwindigkeit in den oberen 100 bis 200 m ihre Maximalwerte erreicht und darunter rasch abklingt, fällt die Richtung des Transportes fast mit der Stromrichtung an der Oberfläche zusammen. In Fig. 2 sind die mit Hilfe der Theorie ermittelten Stromlinien des Wassermassentransportes und die aus Beobachtungen abgeleiteten Strompfeile eingetragen. In den Gebieten, in denen die Stromgeschwindigkeit 25 cm/sec überschreitet, ist eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Strom- und Transportrichtung festzustellen;

aber auch die großräumige Wasserbewegung, mit den oben bei Betrachtung der Fig. 1 erwähnten Wirbelsystemen, läßt sich aus den Stromlinien des Wassermassentransportes klar erkennen, so daß, insgesamt gesehen, von praktisch brauchbaren Ergebnissen der Theorie gesprochen werden kann.

Im Jahre 1950 [2] ist von den Vereinigten Staaten mit sechs Schiffen gleichzeitig im Golfstromgebiet gearbeitet worden; die Beobachtungen sind geeignet, die vorstehenden Ergebnisse über die *Großformen* der ozeanischen Zirkulation im Hinblick auf die *Feinstruktur* des Strömungsaufbaues zu erweitern.

Im folgenden sollen drei Ergebnisse dieser synoptischen Messungen betrachtet werden, die für den Golfstrom charakteristisch sind und darüber hinaus allgemeine Bedeutung für den Aufbau der Meeresströmungen besitzen.

Fig. 3 zeigt die Aufgliederung des Golfstroms nach Verlassen der amerikanischen Küste in einzelne Bänder oder Strahlen, dargestellt durch die Isothermen, die sich dort am stärksten drängen, wo die Stromgeschwindigkeit ihre Maximalwerte (mehr als 2 m/sec) erreicht. Dazwischen strömt das Wasser mit geringer Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung. Diese Bänderung ist möglicherweise bedingt durch die Richtungsänderung des Hauptstromstriches bei Kap Hatteras, wobei zeitliche Änderungen der Geschwindigkeit (in der Art von Pulsationen) und die Bodengestalt eine Rolle spielen dürften.

Weiterhin läßt Fig. 3 die scharfe frontartige seitliche Begrenzung der einzelnen Strombänder erkennen. Strombeobachtungen haben gezeigt, daß die Breite des Hauptstromstriches etwa 100 km beträgt, was, an ozeanischen Dimensionen gemessen, als sehr gering bezeichnet werden muß. Bemerkenswert ist, daß diese Energiekonzentration in den schmalen Strombändern auf Entfernungen von mehr als 2000 km beobachtet wird, während doch, als Folge der Turbulenz und des Austausches, eine mit der Entfernung vom Ursprung proportional anwachsende Strahlbreite zu erwarten wäre. Der Hauptströmung werden von beiden Flanken her Wassermassen zugeführt, die zum Teil nach Osten mitgenommen werden, zum anderen aber auf der Südflanke absinken. Da die Wassermassen nördlich des Golfstroms niedrige, südlich desselben aber hohe Temperaturen besitzen, sorgt diese Normalkomponente der Geschwindigkeit dafür, daß die so unterschiedlich temperierten Wassermassen im Hauptstromstrich zusammentreffen und trotz der Vermischung die scharfe Temperaturgrenze über weite Strecken erhalten bleibt.

Die Strombeobachtungen zeigen, daß die äquatorialen Gegenströme in ähnlicher Weise durch seitliche Zufuhr von Wassermassen aus den angrenzenden Äquatorialströmen gespeist werden.

Fig. 4 zeigt die wellenförmige, an die Mäander eines Flusses erinnernde Gestalt der Stromlinien im Kernstrahl des Golfstromes zu zwei Zeiten, die um 14 Tage getrennt sind. In Fig. 5 ist die mit der Zeit zunehmende Krümmung der Stromlinien dargestellt, wobei es zur vollständigen Abschnürung eines dann selbständig weiterwandernden Wirbels kommt. Dieser Ablösungsvorgang erinnert an die Bildung der Zyklonen.

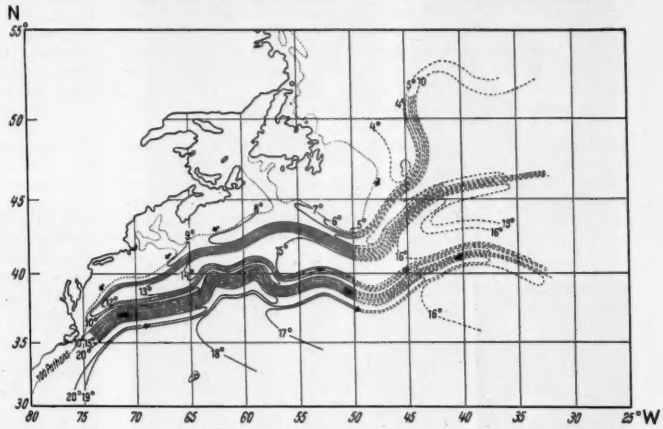


Fig. 3. Bänderung des Golfstromsystems [Isothermen (°C) nach FUGLISTER].

Allerdings sind die Beobachtungsunterlagen über derartige Vorgänge im Meere noch recht spärlich, und wenn auch erwartet werden darf, daß dieselben eine wesentliche Rolle in den bedeutenden Meeresströmungen spielen, so lassen sich zur Zeit kaum mehr als hypothetische Aussagen über die Physik dieser Erscheinungen machen.

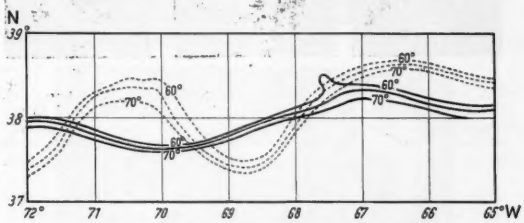


Fig. 4. Verlagerungen im Golfstromsystem gemäß Isothermen (°F) am 8. 6. und am 22. 6. 50 nach FUGLISTER.

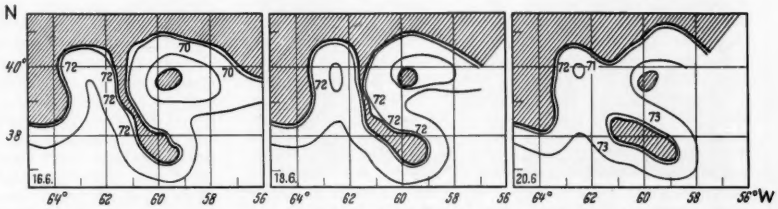


Fig. 5. Ablösungsvorgang, gekennzeichnet durch Linien gleicher Temperatur (°F), am 16., 18. und 20. 6. 50 nach FUGLISTER.

Literatur.

[1] MUNK, W.: On the Wind-driven Ocean Circulation. J. Meteorology 7, No. 2 (1950). — HANSEN, W.: Einige Bemerkungen zum Golfstromproblem. Dtsch. Hydrogr. Z. 5, H. 2/3 (1952). — [2] FUGLISTER, F. C., u. L. V. WORTHINGTON: Some Results of a Multiple Ship Survey of the Gulf Stream (Operation Cabot). Tellus, Bd. 3, Nr. 1. Stockholm 1951.

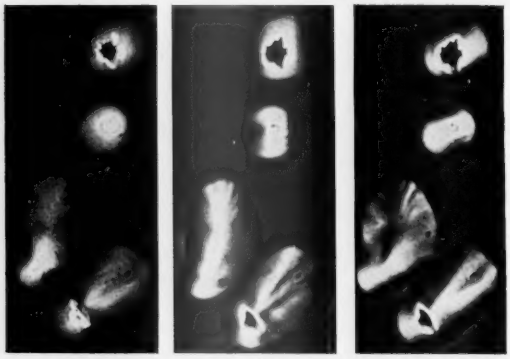
Eingegangen am 28. Dezember 1953.

Linsenartige Objekte im Phasenmikroskop.

Von R. Barer, Oxford.

Professor Frey-Wyssling und ich erörterten kürzlich in dieser Zeitschrift die sich aus der Benutzung der Phasenkontrastmikroskopie für runde und zylindrische Objekte, die eine linsenartige Wirkung ausüben müssen, ergebenden Fragestellungen[1],[2],[3]. Ich beabsichtige mit diesem Artikel, unter Mithilfe von Photographien einige Punkte, die sich ergeben haben, klarzustellen und den störenden Effekt der Refraktion aufzuzeigen, der durch die Verwendung geeigneter Immersionsmethoden auszumerzen ist.

In seinem zweiten Artikel[2]) stellt Frey-Wyssling fest, daß ich der linsenartigen Wirkung gewisser Präparate nur geringe Wichtigkeit zugeschrieben hätte. Meine ursprüngliche Absicht war jedoch, lediglich einige der diesbezüglichen möglichen Faktoren ganz allgemein aufzuzeigen, ohne ihre relative Wichtigkeit für einen bestimmten Fall festzulegen. Der allererste Abschnitt meines früheren Artikels[3]) befaßte sich mit der Refraktion an schrägen Kanten, durch die das Licht verursacht wird, außerhalb des Phasenstreifens zu fallen. Dieser



a b c

Fig. 1a—c. Stärkekörner in einem Einschlußmittel mit $n = 1{,}528$. Phasenkontrast, Vergr. 450mal. a in natürlichem, b und c in polarisiertem Licht, Bei c ist der Polarisator gegenüber b um beinahe 90° gedreht. Man beachte die hellen und dunklen Quadranten, die in b und c zu sehen sind und den verbesserten Allgemeinkontrast.

Effekt kann aber, wie ich ausdrücklich feststellte, so ausgesprochen sein, daß die Benutzung normalen Phasenkontrastes nahezu unmöglich gemacht wird. Es ist schwer zu sagen, wie ich diese Meinung in stärkeren Worten hätte ausdrücken können.

Doppelbrechende Objekte. Ein wichtigerer Punkt betrifft jedoch die Benutzung polarisierten Lichtes für die Untersuchung doppelbrechender Objekte unter dem Phasenkontrastmikroskop. Obgleich Frey-Wyssling meiner Feststellung, daß guter Kontrast durch Immersion des Stärkekorns in einem Einschlußmittel mit dem Brechungsexponenten 1,515 zu erzielen ist, zustimmt, schreibt er, daß meine Behauptung, der Kontrast könne in Fällen, in denen Stärkekörner in einem Einschlußmittel mit Brechungsexponenten zwischen n_α (1,523) und n_γ (1,535) beobachtet werden, durch die Einschaltung eines Polarisators verbessert werden, den Tatsachen widerspreche. Allein theoretisch gesehen, ist diese Feststellung erstaunlich — besonders da sie von jemandem kommt, der sowohl mit den Eigenschaften polarisierten Lichtes als auch mit denen der Stärkekörner vertraut ist. Sie muß daher auf einem Mißverständnis beruhen. Ich möchte deshalb in diesem Artikel eine ausführlichere Erklärung des Effekts geben und diese durch Photographien erläutern.

Der Einfachheit halber wollen wir uns in dem ersten Fall mit einer doppelbrechenden Faser, welche die beiden Hauptbrechungsexponenten 1,523 und 1,535 hat, befassen. Würde zur Immersion der Faser ein Einschlußmittel, dessen Brechungsexponent n wäre, benutzt, so könnten wir bei Verwendung natürlichen Lichtes den Effekt als durch die Überlagerung zweier Abbildungen, deren eine dem Brechungsexponenten $(1{,}523 - n)$, die andere dem Brechungsexponenten $(1{,}535 - n)$ entspräche, verursacht betrachten. Hätte n daher den mittleren Wert 1,529, so würde die Faser, vorausgesetzt, sie ist vollkommen einheitlich, verschwinden. Es ist jedoch wohl bekannt, daß, sollen die wahren Brechungsexponenten bestimmt werden, polarisiertes Licht benutzt werden muß. Wird der Polarisator gedreht, so sind die beiden Bilder getrennt zu sehen. Ist $n = 1{,}529$, dann entspricht das Aussehen des einen Bildes einer Phasenänderung proportional zu 0,006, das des anderen einer Phasenänderung proportional zu — 0,006. Diese Überlegungen treffen zu, gleichgültig, welche mikroskopische Methode zur Feststellung der Unterschiede des Brechungsexponenten verwandt wird. Wird in dem von uns besprochenen Falle natürliches Licht benutzt, so würde die Faser sowohl mit Phasenkontrast als auch mit Interferenzmikroskopie unsichtbar bleiben, da die tatsächlich wirksame Gesamtphasenänderung gleich Null wäre. Wird jetzt jedoch ein einfacher Polarisator eingeschaltet und in die entsprechenden Stellungen gedreht, so ist zu erwarten, daß wir zwei Abbildungen sehen, die eine in positivem (dunklem), die andere in negativem (hellem) Kontrast. In den meisten Fällen tritt diese Erwartung ein. Es ist jedoch eine wichtige Eigentümlichkeit sowohl der Phasenkontrast- als auch der Interferenzmikroskopie — deren man sich augenscheinlich nicht allgemein genug bewußt ist —, daß die Verdunkelung oder Aufhellung des Bildes sich nicht linear mit dem Phasenunterschied ändert[4]). Haben wir positiven Phasenkontrast, so fällt die Intensität zunächst ab, während der Phasenunterschied sich vergrößert. Nachdem sie ein Minimum passiert hat, steigt sie an, bis sie schließlich stärker als die Intensität des Hintergrundes wird und der Kontrast sich umkehrt. Die Größe der Phasenänderungen, die der minimalen Intensität und der Intensität des Hintergrundes entsprechen, wird von dem Maße, in welchem die Phasenplatte das Licht absorbiert, bestimmt. Die Absorption der Phasenplatte ist in verschiedenen Mikroskoparten verschieden. Daher erscheint in einigen Fällen eine verhältnismäßig dicke Faser oder eine normale Faser, die mit einer Phasenplatte hoher Absorption betrachtet wird, hell, wie auch immer der Polarisator eingestellt wird. Weitere Spezialfälle habe ich an anderer Stelle besprochen[4]).

Die gleichen grundsätzlichen Prinzipien treffen auch für die Untersuchung doppelbrechender Stärkekörner zu. Die Fragestellung wird hier durch die sphärulitische Struktur der Präparate kompliziert, so daß es unmöglich ist, ein Bild des gesamten Kornes zu erhalten, das nur einem Brechungsexponenten entspräche. An Stelle dessen werden zwei gegenüberliegende Quadrantenpaare gesehen, die den höheren und niedrigeren Exponenten entsprechen. Werden die Körner in ein Mittel mit dem Brechungsexponenten 1,529 eingeschlossen und wird natürliches Licht benutzt, so überlagern sich diese Bilder und heben sich gegenseitig auf, so daß der Kontrast gleich Null ist. Wird nun ein Polarisator eingeschaltet, so werden dunkle und helle Quadranten gesehen, die positivem und negativem Phasenkontrast entsprechen. Wird der Polarisator gedreht, so bewegen sich diese im Kreise. Der Effekt ist in Fig. 1 illustriert, die Stärkekörner zeigt, welche sich in einem Einschlußmittel mit dem Brechungsexponenten 1,528 befinden. In (a) wurde natürliches Licht benutzt. Der Kontrast ist niedrig, aber da die Körner nicht vollkommen homogen und symmetrisch sind, verschwinden sie nie vollkommen, gleichgültig, welchen Brechungsexponenten das Einschlußmittel hat. In (b) wurde ein einfacher Polarisator eingeschaltet. Der Allgemeinkontrast ist jetzt erheblich verbessert. Die oberen und unteren Quadranten erscheinen dunkel, die anderen hell. In (c) wurde der Polarisator um weniger als 90° gedreht, und die Quadranten wurden entsprechend verlagert. Es ist zu beobachten, daß der dunkle Quadrant von einem hellen Hof umgeben ist, die hellen Quadranten jedoch von einem dunklen, wie es auch in gewöhnlichem positivem und negativem Phasenkontrast vorkommt. Wird der Polarisator entfernt, so überschneiden sich die Höfe, so daß sie praktisch verschwinden. Es ist schwierig, diese Merkmale in einer photographischen Abbildung wirklich klar zu zeigen. Sie können jedoch von jedem, der das Experiment unter dem Mikroskop durchführt, bestätigt werden. Die vermehrte Innenstruktur in dem großen, unregelmäßig geformten Korn in der oberen Hälfte jeder Figur ist besonders auffällig. Wird der Polarisator langsam um den ganzen Kreis gedreht, so können alle Regionen des Korns nacheinander entweder in positivem oder negativem Kontrast betrachtet werden. Das mit natürlichem Licht erhaltene Bild kann als das Mittel aller dieser Bilder betrachtet werden. Die gleiche Wirkung ließe sich erzielen, würde der Polarisator so schnell gedreht, daß jedes einer bestimmten Einstellung entsprechende Bild mit denen, die anderen Einstellungen entsprechen, verschmelzen würde. Werden wahrhaft symmetrische Objekte oder gut aus-

gerichtete Kristalle benutzt, so sind diese Effekte wesentlich eindeutiger.

Fig. 2 zeigt drei Phasenkontrastphotographien flüssiger Ammonium-Oleat-Kristalle, die durch die Mischung kleiner Tropfen von Oleinsäure und hochprozentigem Ammoniak auf dem Objektträger hergestellt wurden. Für Fig. 2a wurde natürliches Licht benutzt. Wir können eine Anzahl dunkler Stellen sehen, aber zwischen ihnen können nur undeutliche Streifen erkannt werden. Wird jedoch ein einfacher Polarisator eingeschaltet, so tritt eine dramatische Veränderung in dem Aussehen der Figur ein. Diese ist in den Photographien (b) und (c) gezeigt, die mit zwei verschiedenen Einstellungen des Polarisators aufgenommen wurden. Es ist unter gewissen Bedingungen möglich, daß ein Objekt selbst unter dem Phasenkontrastmikroskop unsichtbar bleibt, es sei denn, polarisiertes Licht wird benutzt. Weitere Beispiele dieser Art wurden von mir an anderer Stelle besprochen[5]).

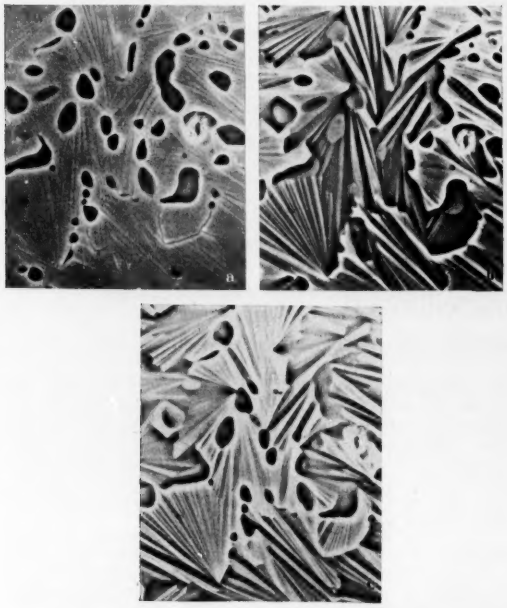


Fig. 2a—c. Flüssige Ammoniumoleat-Kristalle. Phasenkontrast, Vergr. 450mal. a in natürlichem Licht, bei b ein einfacher Polarisator eingeschaltet, bei c ebenso, Polarisator gedreht. Man beachte, daß die strahlenförmig angeordneten Kristalle in a nahezu unsichtbar sind, in b und c jedoch mit gutem Kontrast zu sehen sind.

FREY-WYSSLING scheint von der Tatsache, daß Stärkekörner, die sich in Einschlußmitteln mit den Brechungsexponenten 1,531 und 1,534 befinden, hell statt dunkel erscheinen, überrascht zu sein. Dies ist jedoch zu erwarten. Im ersten Fall kann das Bild als die Summe der beiden Bilder, die einer Phasenänderung proportional zu $-0{,}008$ und $+0{,}004$ entsprechen, betrachtet werden. Der Nettoeffekt ist proportional zu $-0{,}004$. Im zweiten Fall sind die entsprechenden Zahlen $-0{,}011$ und $+0{,}001$, mit einer Nettowirkung von $-0{,}010$. Mit natürlichem Licht würde das Bild daher in beiden Fällen stets mit negativem Kontrast erscheinen. Der Grund, weshalb guter dunkler Kontrast in dem Mittel mit dem Brechungsexponenten 1,515 erhalten wird, ist ebenfalls augenfällig. Die beiden Bilder entsprechen nun $+0{,}008$ und $+0{,}020$. Das mit natürlichem Licht erhaltene Bild entspricht $+0{,}014$. Wird ein Polarisator eingeschaltet, so bleiben alle Quadranten dunkel, und da das Auge für graue Abstufungen weit weniger empfindlich ist als für Unterschiede in benachbarten hellen und dunklen Regionen, so kann die Wirkung, welche die Einschaltung eines Polarisators hat, weniger auffällig sein. Wenngleich daher Stärkekörner verhältnismäßig gute Objekte für die von FREY-WYSSLING durchgeführte Art von Versuch sein mögen — vorausgesetzt, der Brechungsexponent des Einschlußmittels unterscheidet sich erheblich von dem der Körner —, so ist die Benutzung dieser Körner nicht anzuraten, wenn es sich um geringe Unterschiede der Brechungsexponenten handelt.

Wie die linsenartige Wirkung der Zellen zu vermeiden ist. Vom praktischen Standpunkt aus gesehen, sollten daher Versuchsbedingungen, unter denen der von FREY-WYSSLING besprochene Effekt vorkommen könnte, nach Möglichkeit vermieden werden, da dieser die optische Genauigkeit beeinträchtigt und die Deutung des Bildes erschwert. Die Biologen

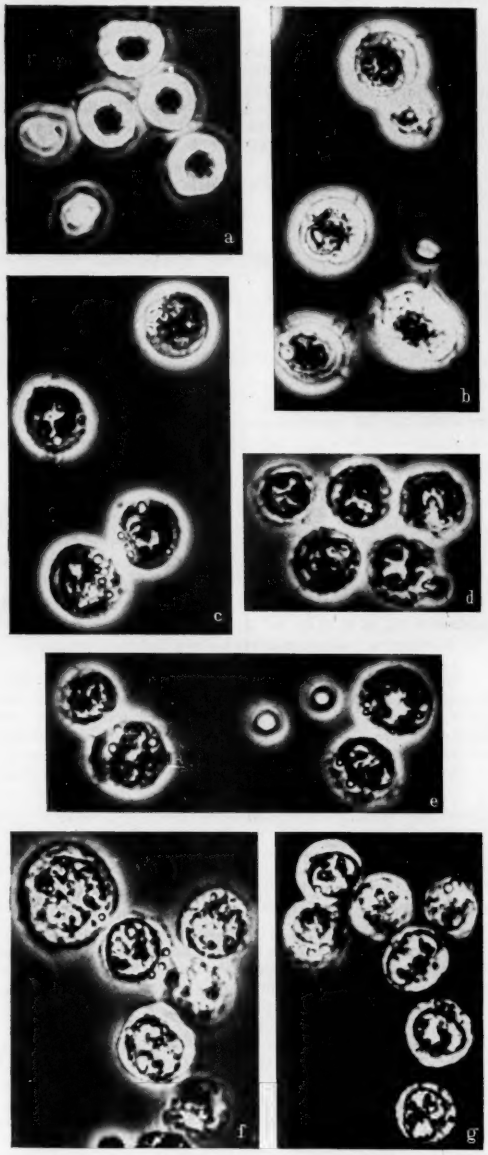


Fig. 3a—g. Zellen von Aszites-Mäuse-Tumorzellen. Phasenkontrast. Vergr. 600mal. a in Aszitesflüssigkeit; b—e in Bovine-Plasma-Albumin-Lösung, und zwar b von 6%, c von 12%, d u. e von 17%; f in 19%, g in 21%iger Proteinlösung.

sind sich wohl bewußt, daß für viele runde Zellen mit dem Phasenkontrastmikroskop nur schlechte Resultate zu erzielen sind und daß Innenstrukturen häufig nicht zu erkennen sind, es sei denn, solche Zellen werden durch Kompression abgeplattet. Wird für dieselben Zellen jedoch ein Einschlußmittel, dessen Brechungsexponent ihrem eigenen besser entspricht, benutzt, so verschwindet der Refraktionseffekt, und die Innenstruktur kann unter ausgezeichneten optischen Bedingungen gesehen werden.

Bis vor kurzem war kein geeignetes Einschlußmittel bekannt, in dem die Zellen, ohne Schaden zu erleiden, am Leben blieben. Diese Schwierigkeiten sind jetzt durch die Verwendung

gewisser Proteinlösungen überwunden worden[6]). Diese machen es nicht nur möglich, den Brechungsexponenten und mit ihm die feste und wäßrige Konzentration von Zellteilen zu bestimmen, sondern in vielen Fällen kann durch ihre Benutzung der Kontrast, mit dem die Innenstruktur zu sehen ist, erheblich verbessert werden. Die in Fig. 3 gezeigten Photographien illustrieren die Anwendung der Methode im Falle von Aszites-Mäuse-Tumoren. Fig. 3a ist eine Photographie der Zellen in Asziteslüssigkeit, deren Brechungsexponent nicht viel höher als der von Wasser ist. Die Struktur ist kaum zu erkennen, die Zellen erscheinen als helle Ringe, in deren Mittelpunkt dunkle Regionen zu sehen sind. Wird für die Immersion ähnlicher Zellen eine 6%ige Bovine-Plasma-Albumin-Lösung benutzt (b), so kann die Innenstruktur etwas besser unterschieden werden, aber die Bedingungen sind noch immer nicht gut. In 12%igem Albumin (c) sind sie erheblich verbessert. Die Struktur der Zellkerne und der zytoplasmischen Inklusionen kann studiert werden. Das Zellinnere erscheint jedoch immer noch nicht in starkem Kontrast. In (d) und (e) wurde 17%iges Albumin zur Immersion benutzt. Der Brechungsexponent dieser Lösung ist dem des Zytoplasmas vieler dieser Zellen sehr nahe, so daß das Zytoplasma sehr blaß erscheint, die Zellkerne und Inklusionen jedoch mit gutem Kontrast zu sehen sind. In 19%igem Protein (f) ist der Brechungsexponent des Zytoplasmas der meisten Zellen niedriger als der des Einschlußmittels, so daß die Zellen mit umgekehrtem Kontrast (d.h. hell) erscheinen, während die Membran des Zellkerns und das Chromatinmaterial dunkel bleiben. In einer 21%igen Proteinlösung (g) erscheint das Zytoplasma aller Zellen hell. Die Zellen sind nun von einem dunklen an Stelle des hellen Hofes umgeben, und ihr Aussehen gleicht dem, das zu erwarten wäre, würde ein negatives Phasenkontrastobjekt benutzt. Die Zellen schwammen frei umher und waren in keiner Weise zusammengedrückt worden. Es ist schwer, die erhebliche Verbesserung in der Sichtbarkeit zytologischer Strukturen, die durch diese Methode erreicht wurde, photographisch darzustellen, da Photographien selbstverständlich nicht verschiedene Einstellebenen zu zeigen vermögen. Außerdem reicht die für die Photographien benutzte Vergrößerung nicht aus, um alle unter dem Mikroskop sichtbaren Strukturen auf der Photographie erkennen zu lassen.

Wir fanden diese Methode von besonderem Nutzen für die Phasenkontrastuntersuchung verschiedener Arten von sphärischen und zylindrischen Zellen, wie z.B. tierische Keimzellen, Hefen und Sporen.

Ich möchte Frau Inge Robertson für die Durchsicht der deutschen Fassung des Manuskripts meinen Dank aussprechen.

Department of Human Anatomy, University Museum, Oxford, England. R. Barer.

Eingegangen am 7. Januar 1954.

[1]) Frey-Wyssling, A.: Naturwiss. **39**, 145 (1952).
[2]) Frey-Wyssling, A.: Naturwiss. **40**, 517 (1953).
[3]) Barer, R.: Naturwiss. **39**, 427 (1952).
[4]) Barer, R.: Le contraste de phase et le contraste par interferences. Herausgegeb. Rev. d'Opt., Paris 1952, 56. — J. Roy. Microsc. Soc. **72**, 10, 81 (1952); **73**, 30 (1953).
[5]) Barer, R.: Le contraste de phase et le contraste par interferences Herausgegeb. Rev. d'Opt., Paris 1952, 196.
[6]) Barer, R., u. K. F. A. Ross: J. of Physiol. **118**, 38 P (1952). — Barer, R., K. F. A. Ross u. S. Tkaczyk: Nature [London] **171**, 720 (1953).

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Über ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Materialkonstanten (ϵ, μ, σ, tg δ) bei festen, flüssigen und gasförmigen Substanzen, insbesondere bei kleinen Substanzmengen.

Zur Bestimmung der Materialkonstanten (Dielektrizitätskonstanten, Permeabilität, Leitfähigkeit, Verlustwinkel) bediente man sich früher im Dezimeterwellengebiet einer von Drude[1]) angegebenen Methode, die mit Lecher-Leitungen arbeitete. Eine Reihe von Fehlerquellen, die hierbei unvermeidbar sind, hatten aber eine nicht sehr große Meßgenauigkeit zur Folge. Wesentliche Fortschritte nach dieser Richtung wurden erst erzielt, als man zu konzentrischen Meßleitungen überging, die von Meinke[2]) und anderen ausführlich beschrieben worden sind. Mit einer solchen Anordnung hat Hersping[3]) Messungen an einer Reihe von Ferriten ausgeführt, die von Forst[4]) auch auf Flüssigkeiten angewandt worden ist. Zu diesem Zweck mußte eine Umgestaltung der Meßanordnung vorgenommen werden.

Alle diese Anordnungen aber leiden darunter, daß die erforderliche Menge der zu messenden Substanz recht erheblich und die rechnerische Bestimmung der physikalischen Konstanten, unter Benutzung der bekannten Gleichungen der Leitungstheorie, sehr umständlich und zeitraubend ist. Außerdem müssen noch eine Reihe von Korrekturen vorgenommen werden, die sich aus der benutzten Meßanordnung ergeben. Bei medizinisch-biologischen Messungen und sonst anderen in der Technik vorliegenden Problemen werden in vielen Fällen die bei den bisherigen Methoden erforderlichen Substanzmengen nicht zur Verfügung stehen. Es ist daher notwendig, ein Meßverfahren zu entwickeln, das mit kleinen Mengen arbeitet und bei dem, wenn möglich, auch die Ausrechnung der Materialkonstanten wesentlich vereinfacht und abgekürzt werden kann. Über das Prinzip der neuen Methode soll im folgenden kurz berichtet werden:

Wesentlich ist das Vorhandensein einer Meßkammer, die die zu untersuchenden Substanzen in fester, flüssiger oder gasförmiger Form aufnimmt und die in das koaxiale Leitungssystem eingeschaltet wird. Sie muß, um seinen Wellenwiderstand nicht zu verändern, an die Leitung angepaßt werden. Außerdem muß sie klein gehalten werden, um auch bei geringen Substanzmengen die Messungen durchführen zu können. Bei ihrer Bemessung muß beachtet werden, daß

$$h < 0{,}02\,\lambda/\sqrt{\varepsilon}$$

(h = Dicke der Substanz in der Meßleitung) ist. Bei dem Aufbau der Meßkammer ist ferner darauf zu achten, daß die Eigendämpfung der Leitung durch sie nicht wesentlich erhöht wird. Versuche haben ergeben, das Trolitul hierfür ein ausgezeichnetes Baumaterial darstellt. Die Grenzen der Methode liegen einmal in einer gerade noch meßbaren Knotenverschiebung, die von dem zu messenden Material und ferner von den Abmessungen der Kammerwände abhängt.

Bei dieser Methode, mit der bereits eine Reihe von Messungen ausgeführt worden ist und über die an anderer Stelle noch ausführlich berichtet werden wird, läßt sich eine Näherungsformel für die Berechnung der physikalischen Konstanten angeben, die das ganze Rechenverfahren wesentlich vereinfacht. Die Dielektrizitätskonstante ε einer Substanz ergibt sich hiernach zu

$$\varepsilon' = 1 + \Delta l/h$$

und der Verlustwinkel

$$\mathrm{tg}\,\delta_\varepsilon = 2\pi\,\varepsilon'/m\,.$$

Analoge Ausdrücke ergeben sich für die magnetischen Konstanten. In diesen Gleichungen bedeutet h die Länge der Probe (Kammerbreite). Die Knotenverschiebung Δl und das Amplitudenverhältnis m werden in bekannter Weise im Leerlauf und Kurzschlußversuch ermittelt.

Vergleichende Messungen mit derartigen Kammern haben ergeben, daß noch bei Substanzmengen von weniger als 1 cm³ mit praktisch genügender Genauigkeit gemessen werden kann und daß die mit dem abgekürzten Rechenverfahren erzielten Ergebnisse in guter Übereinstimmung mit den Werten der exakten Berechnung gefunden werden. Die Anordnung ist auch anwendbar, wenn es sich um die Messung dünner Metallfolien handelt oder um Metalle, die auf einer Trägerschicht aufgedampft worden sind. Dicken bis in die Größe von 1 μ konnten einwandfrei gemessen werden. Als Trägersubstanz hat sich auch hierbei Trolitul gut bewährt. Im Gebiet der Zentimeterwellen wird man die Koaxialleitung durch eine Hohlrohrleitung ersetzen müssen, bei der aber das neue Verfahren ohne weiteres angewendet werden kann.

Technische Hochschule Aachen. A. Esau und D. Prösdorf.

Eingegangen am 14. April 1954.

[1]) Drude, P.: Ann. Physik **8**, 336 (1902); **16**, 116 (1905).
[2]) Meinke: Einführung in die Dezimeterwellentechnik. 1952.
[3]) Hersping: Habil.schr. Aachen 1951.
[4]) Forst: Diss. Aachen 1952.

Ultraschallvernebelung, ein neuer Weg zur Erzeugung von Aerosolen.

Seit 2 Jahren wurde die Erzeugung von Aerosolen mit Ultraschall untersucht. Zur Verfügung stand ein leistungsfähiger Hochfrequenzgenerator und ein geeigneter Schalltopf mit eingebautem keramischem Hohlschwinger der Firma Hescho-Hermsdorf. Mit dieser Versuchanordnung und den entsprechenden Versuchsbedingungen lassen sich große Nebelmengen (maximal 2 cm^3/min) sehr großer Dichte erzeugen (1 cm^3 Flüssigkeit in 6 Liter Luft). Gemessen wurde das als Flüssigkeit aufgefangene Aerosol. Die Berechnung der Tröpfchengröße erfolgte aus Messungen der Fallgeschwindigkeit in einer Meßkammer nach dem STOKESschen Gesetz. Das Tröpfchengrößenspektrum, dessen Maximum um 2,5 μ liegt, hat eine geringe Breite. Das entsprechende Kurvenbild nähert sich weitgehend der bekannten Glockenkurve. Da die vernebelte Menge, Nebeldichte und Tröpfchengröße eindeutig bestimmt werden können, sind die Voraussetzungen für eine exakte Dosierung gegeben. Das Ultraschall-Aerosol läßt sich in größtmöglicher Dichte speichern. Der Ultraschallnebel ist, wie sich aus den Untersuchungen ergibt, physikalisch optimal für die Inhalation geeignet. Die Art seiner Herstellung ermöglicht eine leichte Handhabung. Viele mit der Ultraschallvernebelung in Verbindung stehende Probleme werden noch untersucht. In Kürze wird weiteres darüber berichtet.

Aus der Universitäts-Tuberkuloseklinik Jena (Direktor: Prof. Dr. W. BREDNOW) *und dem Technisch-Physikalischen Institut der Friedrich-Schiller-Universität Jena (Direktor: Prof. Dr.* A. ECKARDT).

G. PICKROTH und F. SPITZENBERG.

Eingegangen am 5. April 1954.

Simultan-Dosimetrie von Strahlungsfeldern im lebenden Objekt.

Der Leiter der Tübinger Frauenklinik, Herr Professor BICKENBACH, machte uns vor einiger Zeit darauf aufmerksam, daß für die dortigen klinischen Aufgaben dringendes Interesse daran bestehe, die in der Umgebung einer in eine Körperhöhle eingeführten Strahlenquelle — Radiumpräparat oder Hohlanode — vorhandene Dosenverteilung auch im Inneren sehr enger Körperhöhlen, ja vielleicht mitten im Gewebe, feststellen zu können. Es lag am nächsten, hier unmittelbar die klassische Methode der Lichtsummen anzuwenden, die LENARD und HAUSSER im Jahre 1912 quantitativ begründet haben[1]). Nachleuchtende Substanzen, die sich im „unteren Momentanzustand" befinden, speichern danach eine Lichtmenge auf, die unter günstigen Umständen der Lichtsumme der in ihnen festgehaltenen erregenden Strahlung proportional ist. Sie wird durch nachträgliche Erhitzung des Materials vor einem lichtelektrischen Auffänger gemessen[2]). Das Verfahren empfahl sich dadurch, daß derartige Speicherkörper in sehr kleinen Abmessungen hergestellt und demnach in die Körperhöhlen bequem eingeführt werden können, daß Zuleitungen zu diesem Auffänger, wie sie bei unmittelbarer Ionisations-, Photostrom- oder Zählermessung notwendig sind, hier wegfallen und daß eine größere Zahl von derartigen Auffängern in der Umgebung der Strahlenquelle verteilt werden kann, so daß man den sehr großen Vorteil einer simultanen Beobachtung der Dosen an verschiedenen Stellen während einer einzigen Bestrahlungsperiode gewinnt.

Das klassische Beispiel für dieses Phänomen, der Flußspat, der in geologischen Zeiträumen aufgenommene Strahlenwirkungen beim Erhitzen ausstrahlt, zeigte sich für die kleinen hier interessierenden Dosen als zu unempfindlich. Als sehr geeignet erwies sich aber der Phosphor $CaSO_4$-Mn, auf den uns Herr Prof. P. BRAUER, Mosbach, aufmerksam machte. Er ist von WIEDEMANN und SCHMIDT[3]) zum Nachweis von kurzwelligem Ultraviolett und neuerdings von WATANABE[4]) u. a zur Messung der UV- und Röntgenstrahlung bei Raketenaufstiegen benutzt worden. Hiermit konnte eine Simultan-Dosimetrie entwickelt werden, die ihre Angaben über die Intensitätsverhältnisse mit einer Sicherheit von $\pm 5\%$ reproduziert und bis zu einer Zahl von 20 gleichzeitig arbeitenden Beobachtungspunkten erprobt ist.

Der Leuchtstoff wurde nach den Vorschriften von HOFFMANN[5]) (1897) hergestellt, mit der von WATANABE (1951) eingeführten, die Empfindlichkeit auf ein Mehrfaches steigernden Abänderung, daß die Bestandteile, statt in Wasser, in Schwefelsäure miteinander gemischt werden. Er wurde in Glasröhrchen (Außenlänge 35 mm, $\varnothing = 2{,}7$ mm) oder kleine Küvetten ($15 \times 3 \times 2$ mm) aus Glas abgefüllt; diese wurden abgeschmolzen, wie zur Konservierung gegenüber der Luftfeuchtigkeit üblich, hier aber unumgänglich nötig ist, da das Präparat zunächst in Körperhöhlen eingeführt, dann zum Austreiben der Lichtsumme bis zu 200° C erhitzt werden muß. Wie auf Anregung von Herrn Dr. LEHMANN (Frauenklinik Tübingen) erprobt wurde, gelingt es, den Durchmesser so weit zu verringern, daß das Präparat bei ausreichender Länge in eine Hohlnadel von 0,6 mm lichter Weite gebracht und so auch ins Innere des Gewebes eingeführt werden kann.

Das Licht fällt auf die Photokathode eines Sekundärelektronen-Vervielfachers; gemessen werden der Photostrom und die Lichtsumme. Die Untersuchungen umfaßten den Härtebereich von 30 bis 60 kV_s sowie 100 und 180 kV_{eff}. Es wurden, der zunächst vorliegenden klinischen Aufgabe gemäß, Dosen zwischen zehn und einigen hundert r beobachtet. Die Anzeigen für gleiche Dosen fielen zunächst mit der Zeit ab und strebten, je nach der Präparation verschieden, schließlich einem Grenzwerte zu. Es war daher notwendig, die Präparate durch eine Bestrahlung mit etwa 40000 r bei 100 kV künstlich zu altern, um sie auf einen Zustand konstanter Empfindlichkeit zu bringen.

Die Feststellung „absoluter" Dosen — der Vergleich mit der Luftkammer — unterliegt den bekannten Rücksichten auf die Härte, die in letzter Zeit gründlich diskutiert worden sind[6]). Es ist nicht anzunehmen, daß für das Präparat, das aufspeichert, die Verhältnisse anders liegen als bei solchen, die den augenblicklichen Strom oder das im Augenblick ausgegebene Licht messen. Den für Präparate von höherer effektiver Ordnungszahl als Luft charakteristischen Gang haben wir im Gebiete von 30 bis 60 kV_s nachgeprüft. Für größere Härten fehlten bisher die Mittel einer Absolutmessung, an die man anschließen könnte. Der Anschluß an das Absolutmaß ist hier also noch durchzuarbeiten, der Vergleich innerhalb des Strahlungsfeldes aber scheint uns, soweit wir zu sehen vermögen, bereits zuverlässig.

Wie die Meßreihen durchgeführt wurden und über weitere experimentelle Einzelheiten wird an anderer Stelle[7]) berichtet werden. Die Untersuchungen werden fortgesetzt. Von einer ersten praktischen Anwendung berichtet die folgende Mitteilung[8]).

Physikalisches Institut der Universität Tübingen.

W. KOSSEL, U. MAYER und H. C. WOLF.

Eingegangen am 8. März 1954.

---

[1]) LENARD, P., u. W. HAUSSER: Sitzgsber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl, 12. Abh. **1912**. — LENARD, P.: Sitzgsber. Heidelberger Akad. Wiss. math.-naturwiss. Kl., 5. Abh. **1912**.

[2]) Wie LENARD zeigte, geben im allgemeinen mit wachsender Temperatur verschiedene Anregungszustände nacheinander ihre Lichtsummen aus — ein Phänomen, das neuerdings (unter dem Namen „Glow curves") wieder Beachtung findet. Für den hier behandelten Zweck bedeutet es, daß man auf gleichen Ablauf des Erhitzens zu achten hat.

[3]) WIEDEMANN, E., u. G. C. SCHMIDT: Ann. Physik **54**, 614 (1895).

[4]) WATANABE, K.: Physic. Rev. **83**, 785 (1951). — TOUSEY, R., K. WATANABE u. J. D. PURCELL: Physic. Rev. **83**, 792 (1951).

[5]) HOFFMANN, M. W.: Ann. Physik **60**, 269 (1897).

[6]) BROSER, J., H. ÖSER u. R. WARMINSKY: Z. Naturforsch. **7a**, 351 (1952). — GLOCKER, R.: Z. Physik **43**, 827 (1927); **46**, 764 (1928); **136**, 352, 367 (1953).

[7]) Tübinger Diplomarbeit URSULA MAYER.

[8]) BURGER, H., J. LEHMANN u. U. MAYER: Naturwiss. **41**, 209 (1954).

Die Anwendung der Simultandosimetrie bei der intravaginalen Röntgenbestrahlung der Parametrien.

Das von KOSSEL, MAYER und WOLF[1]) vorstehend beschriebene Verfahren der Simultandosimetrie unter Ausnützung der Thermolumineszenz mangan-aktivierten Kalziumsulfats wurde zur Messung der Strahlenbelastung des Rektums bei der intravaginalen Körperhöhlenrohrbestrahlung der Parametrien angewandt. Diese Bestrahlungen werden an der Universitätsfrauenklinik, Tübingen, mit dem Hohlanodenrohr der Firma Müller, Hamburg, durchgeführt. Der intravaginal eingeführte Tubus G 45° wirft seinen Strahlenkegel an die seitliche Beckenwand. Zur Verhütung von Strahlenschädigungen im Rektum und im Sigma ist die Messung der Strahlenbelastung dieser Darmabschnitte von besonderem Interesse.

Es ließen sich 16 bis 20 der a. a. O.[1]) beschriebenen Meßküvetten in einem handelsüblichen Gummikatheter von 0,5 cm Durchmesser und 25 cm Länge hintereinander reihen. Wir erhielten so einen Meßkatheter mit 16 bis

20 Meßpunkten. Die Eichung dieser Sonde erfolgte unter Heranziehung der für den Tubus G 45° bekannte Isodosen im Wasserphantom. Dieser Meßkatheter wurde bei einer ersten Versuchsreihe bis etwa 15 cm tief ins Rektum der

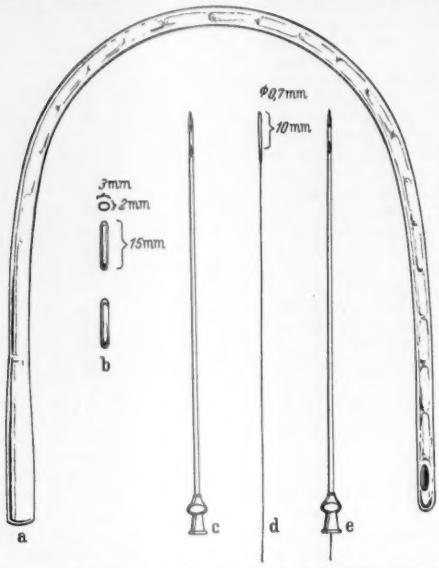


Fig. 1a—e. Meßkatheter a, Meßküvetten b, zur Simultandosimetrie unter Ausnützung der Thermolumineszenz mangan-aktivierten Kalziumsulfates. In die Injektionskanüle c wird der Kleinstmeßkörper d mittels des eingeschmolzenen Mandrains eingeführt. e zeigt die Kanüle nach Einführung des Meßkörpers bis zum Fenster am oberen Ende der Kanüle.

Patientin eingeführt und während der intravaginalen Bestrahlung eines Parametriums dort belassen (Fig. 2). Die verabreichte Dosis zur parametranen Bestrahlung nach der Göttinger Methode[2]) beträgt 200 r WD, im Gewebe in 5 cm

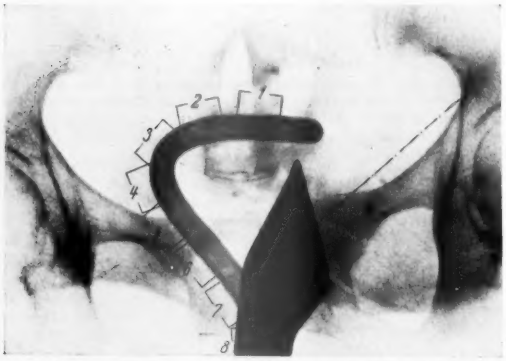


Fig. 2. Röntgenaufnahme der während der intravaginalen Bestrahlung des linken Parametriums mit Tubus G 45° des im Rektum liegenden Meßkatheters. Die Zahlen markieren die einzelnen gerade noch sichtbaren Meßküvetten in dem Katheter. Die bei der Bestrahlung gemessenen Dosiswerte betragen für die Meßküvette Nr. 1 = 16 r, für M.K. Nr. 2 = 15 r, für M.K. Nr. 3 = 15 r, für M.K. Nr. 4 = 19r, für M.K. Nr. 5 = 20 r, für M.K. Nr. 6 = 26 r, für M.K. Nr. 7 = 33r und für M.K. 8 = 25 r.

Entfernung vom Tubuskopf entlang dem Zentralstrahl gemessen. Die im Rektum auftretende Strahlendosis setzt sich aus der direkten Strahlung am Rande des Strahlenkegels und einer weicheren Streustrahlung zusammen. Da der Katheter im adäquaten Medium geeicht wurde, fand die Streustrahlung bereits eine Berücksichtigung. Dies ist insofern von Wichtigkeit, als die Wellenlängenabhängigkeit unserer Meßkörper noch einer weiteren Überprüfung bedarf. Die Fig. 2 zeigt die Röntgenaufnahme eines ersten Meßversuches bei der parametranen Bestrahlung. Die mittels der Meßsonde gefundenen Dosiswerte sind aus dieser Figur für die entsprechenden Meßküvetten zu entnehmen. Die größte dabei gefundene Dosis beträgt 33 r und tritt etwa in 10 cm Tiefe im Rektum auf. Mit einer Siemens-Fingerhutkammer wurde bei einer einseitigen parametranen Bestrahlung in gleicher Tiefe und bei gleicher Einstelltechnik 37 r gemessen. Die Genauigkeit des Meßverfahrens liegt in der von Kossel, Mayer und Wolf[1]) angegebenen Fehlerbreite. Für weitere Meßreihen ist geplant, geeignetere Gummikatheter ohne Schwermetallzusätze zu verwenden, die uns bisher nicht zur Verfügung standen.

Wir konnten außerdem einen Kleinstmeßkörper (Fig. 1d) von insgesamt nur 10 mm Länge und 0,7 mm Durchmesser konstruieren (Mayer), der sich in eine gefensterte Hohlnadel einführen läßt (Fig. 1e). Dieser Meßkörper kann mit der Hohlnadel ins Tumorgewebe eingeführt werden und ermöglicht so eine direkte Messung der auf den Tumor verabreichten Röntgendosis. Nach Bestrahlung mit therapeutischen Dosen strahlt dieser kleine Meßkörper eine meßbare Lichtsumme aus. Es läßt sich eine Hohlnadel auch mit mehreren solchen Meßkörpern beschicken und so eine Simultandosimetrie im Tumor und dem umgebenden Gewebe durchführen.

Wegen der Vielfältigkeit der Anwendungsmöglichkeiten dieses Simultanmeßverfahrens in der klinischen Dosimetrie erschien eine vorläufige Veröffentlichung der ersten Messungen mit dieser Methode angezeigt.

Universitäts-Frauenklinik Tübingen (Direktor: Prof. Dr. W. Bickenbach).

H. Burger, J. Lehmann und U. Mayer.

Eingegangen am 8. März 1954.

[1]) Kossel, W., U. Mayer u. H. C. Wolf: Naturwiss. 41, 209 (1954).

[2]) Kepp, R. K.: Gynäkologische Strahlentherapie. Stuttgart: Georg Thieme 1952.

Änderung des AgBr-Gitters bei der Entstehung des latenten Bildes.

Die Frage, ob sich die Gitterkonstante des Silberbromids bei der Entstehung des latenten photographischen Bildes

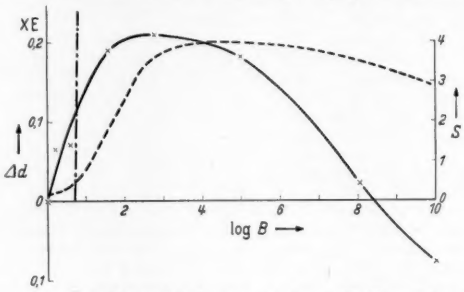


Fig. 1. ——— Abstandsänderung Δd des AgBr-Ebenenabstands (620) als Funktion der Röntgenbelichtung B (Igepefilm). – – – Entwickelte Schwärzung (Igepefilm). —·—·— Anfangsverlauf der von Hess[1]) gemessenen Gitteränderung (Laue-Film). Die Kurve geht mit derselben Steigung bis zu $\Delta d = 2$ XE weiter.

ändert, wurde in den letzten Jahren mehrfach experimentell untersucht. Hess[1]) fand, daß sich das AgBr-Gitter bei zunehmender Belichtung mit Röntgenstrahlen zunächst aufweitet und später wieder zusammenzieht. In den sich anschließenden Untersuchungen von Brentano und Spencer[2]), Burgers und Mesritz[3]) sowie Junghanss und Staude[4]) wurde kein derartiger Effekt gefunden, während in jüngster Zeit Berry[5]) über eine Gitterkontraktion berichtete.

Da das Verhalten des AgBr-Gitters für die Theorie des latenten Bildes von erheblichem Interesse ist, wurden in Anbetracht der einander so widersprechenden Ergebnisse mit einer gegen die oben zitierten Arbeiten verbesserten Apparatur Röntgenrückstrahlmessungen an in handelsüblichen Emulsionen enthaltenen AgBr-Kristallen durchgeführt. Um die während einer vielstündigen Debye-Scherrer-Aufnahme erfolgende Röntgenbelichtung der AgBr-Körner vernachlässigbar klein zu halten, wurde 35 mm-Normalfilm so durch den Röntgenstrahl bewegt, daß die Bestrahlungszeit eines einzelnen Korns $< {}^1/_{10}$ sec blieb. Derselbe Film wurde zuerst unbelichtet

und anschließend nach steigenden Licht- und Röntgenexpositionen abgetastet.

Die photometrische Auswertung der mit Co-K_α-Strahlung erhaltenen Beugungsringe ergibt eine mit der Vorbelichtung zunehmende Aufweitung des Gitters bis zu $0{,}2^0/_{00}$. Bei Röntgenvorbelichtungen, die stärker sind als ungefähr zur Erzielung der maximalen Schwärzung notwendig, beginnt das Gitter, sich wieder zusammenzuziehen. Fig. 1 zeigt die an Agfa-Igepefilm gemessene Änderung des Ebenenabstandes (620) mit zunehmender Röntgenbelichtung (die Schwärzungskurve des Igepefilms und der Anfangsteil der von HESS an LAUE-Film gemessenen Gitteraufweitungskurve sind ebenfalls eingezeichnet). Dieses Ergebnis stimmt qualitativ mit dem Befund von HESS überein, ist aber um eine Größenordnung kleiner, als bei HESS an LAUE-Film[6]) gefunden ist. Indes hängt offenbar der Betrag von der Art der Emulsion ab. Die größten Änderungen zeigen hochempfindliche Emulsionen. Die BERRYschen Messungen wurden an ruhendem Film gewonnen und stehen in keinem Widerspruch zu dem hier mitgeteilten Resultat, wenn man eine so starke Belichtung durch die Röntgenabtastung annimmt, daß seine Meßpunkte in den auch bei uns vorhandenen Bereich der Gitterschrumpfung fallen.

Die Gitteränderungen treten auch nach Vorbelichtung mit Licht auf. Ihre Diskussion soll in einer auf weitere Meßergebnisse gestützten ausführlichen Mitteilung folgen.

Für Anregung und ständige Förderung der Arbeit bin ich dem Direktor des Instituts, Herrn Professor Dr. G. JOOS, zu großem Dank verpflichtet.

Physikalisches Institut der Technischen Hochschule München.

W. WAIDELICH.

Eingegangen am 18. März 1954.

[1]) HESS, B.: Physik. Z. **44**, 245 (1943).
[2]) BRENTANO, J. C. M., u. L. V. C. SPENCER: J. Chem. Physics **17**, 944 (1949).
[3]) BURGERS, W. G., u. E. A. MESRITZ: Physica **13**, 490 (1947).
[4]) JUNGHANSS, H., u. H. STAUDE: Z. wiss. Photogr. **48**, 194 (1953).
[5]) BERRY, CH. R.: Vortrag auf der Konferenz der Royal photographic. Society, London, Sept. 1953.
[6]) LAUE-Film mit starker Solarisationsfähigkeit, wie ihn HESS benutzte, wird heute nicht mehr hergestellt.

Growth Spirals on Crystals of Long-chain Compounds.

A recent publication by AMELINCKX[1]) in this journal gives preliminary details of the study of growth spirals in long-chain compounds by light optical methods. This communication describes very briefly those aspects of an extensive study of compounds of this type which have direct bearing on AMELINCKX's observations and conclusions.

Methods for the study of these compounds in the electron microscope[2]),[3]) have been applied to the long-chain alcohol *n*-pentacontanol-1, n-$C_{50}H_{101}OH$, and to the long-chain ester *n*-propyl-pentacontanoate, n-$C_{53}H_{106}O_2$.

In the former instance, the effect of a range of solvents has been studied in an effort to gain information on the rôle of solvent in determining the height of growth steps. The majority of the crystals of this alcohol grown from polar solvents have monomolecular growth steps; those grown from non-polar solvents have both monomolecular and bimolecular growth steps. These results can be explained from the known behaviour of solutions of alcohols in polar and in non-polar solvents, since molecular association is absent in the former case and present in the latter. Our results thus differ from those reported for the crystallisation of $C_{26}H_{53}OH$ from benzene, for which no monomolecular steps were observed by AMELINCKX. The crystals of *n*-pentacontanol-1 shown in figure 1 was grown from xylene and shows monomolecular growth steps.

Comparable conditions should apply to the growth of $C_{26}H_{53}OH$ from benzene and indeed spectroscopic observations by HOFMANN[4]) have shown that the association of alcohols in benzene is incomplete. Single molecules are present in benzene solution and one would anticipate, therefore, some crystals showing monomolecular growth steps. An interesting feature of our observations has been the occurrence of a preponderance of crystals with one type of growth step in one region. This would appear to be related to variations in the structure of crystal nuclei formed under varying local conditions. This may well explain the absence of monomolecular steps in crystals of $C_{26}H_{53}OH$. We have examined over 400 crystals of *n*-pentacontanol-1. The crystals are usually orthorhombic, except for a few special instances where a hexagonal form is encountered.

We are rather doubtful that the cross-lacing observed by AMELINCKX[1]) is due to polytypism. It is rather difficult to see how polytypism could cause cross-lacing in these compounds unless the chains in successive layers were tilted in opposite directions. This is unlikely to occur in a crystal with a dislocation of BURGER's vector of bimolecular length. Figure 2 shows a crystal of *n*-propyl-pentacontanoate in which on first examination the steps appear to be cross-linked. The explanation, however, lies in the punch-through of the underlying growth spiral to the uppermost shadowcast surface of

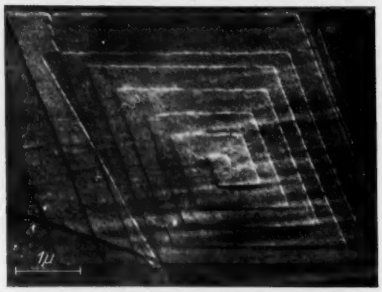


Fig. 1. Electron micrograph of a crystal of *n*-pentacontanol-1, showing a monomolecular growth spiral on a crystal grown from a solution in benzene. Specimen shadowcast with palladium.

the crystal, an effect which we have already encountered in *n*-nonatriacontane[3]). The combination of complete upper and lower growth spirals here observed has a resemblance to cross-lacing.

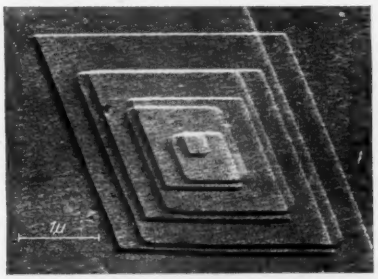


Fig. 2. Electron micrograph of a crystal of *n*-propyl-pentacontanoate showing apparent cross-lacing due to the punch-through of the lower growth spiral to the upper surface of the crystal. Specimen shadowcast with palladium.

We should again like to express our indebtedness to Professor E. STENHAGEN of Uppsala University for the samples of *n*-propyl-pentacontanoate and *n*-pentacontanol-1. Thanks are due to the Department of Scientific and Industrial Research for a Maintenance Grant (D.H.W.) and to Messrs. J. & P. Coats for a Fellowship (N.G.A.).

Department of Chemistry, The University, Glasgow, W. 2.

N. G. ANDERSON, I. M. DAWSON and D. H. WATSON.

Eingegangen am 15. März 1954.

[1]) AMELINCKX, S.: Naturwiss. **40**, 620 (1953).
[2]) DAWSON, I. M.: Brit. J. Appl. Physics **4**, 177 (1953).
[3]) ANDERSON, N. G., and I. M. DAWSON: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. A **218**, 255 (1953).
[4]) HOFMANN, E. G.: Z. physik. Chem., Abt. B **53**, 79 (1943).

Über die Struktur des Calciummonochlorides.

Vor einem halben Jahr wurde mitgeteilt[1]), daß es uns gelungen war, Calciummonochlorid kristallisiert zu erhalten. Mit Hilfe von Drehkristallaufnahmen konnte damals für das Gitter eine Elementarzelle mit tetragonaler Symmetrie ($n = 2$) und den Abständen $a = 3{,}85_1$ Å, $c = 6{,}86_1$ Å ($c/a = 1{,}78_2$) festgelegt werden.

Eine inzwischen durchgeführte Untersuchung ergab auf Grund der beobachteten systematischen Auslöschungen die Raumgruppe $D_{4h}^7 - P4/nmm$ mit den Koordinaten $0\ \frac{1}{2}\ z_1$,

$\frac{1}{2}\,0\,\bar{z}_1$ für Ca und $0\,\frac{1}{2}\,z_2$, $\frac{1}{2}\,0\,\bar{z}_2$ für Cl. Die variablen Parameter wurden durch Intensitätsberechnung mittels graphischer Methoden zu $z_1 = 0{,}14_6$ und $z_2 = 0{,}69_5$ ermittelt.

In dem Gitter existieren drei ausgezeichnete Richtungen:

Richtung I, parallel zur Basisfläche.

Senkrecht zur c-Achse wechseln sich Ca—Ca- mit Cl—Cl-Doppelschichten ab, deren Höhe durch die Parameter z_1 und z_2 gegeben ist.

Die durch den gefundenen Diamagnetismus zu fordernde Absättigung der Spinmomente der freien Elektronen der Ca^{1+}-Ionen erfolgt in diesem Gitter nicht durch Dimerisation (Bildung eines Ca_2^{2+}-Ions analog dem Hg_2Cl_2), vielmehr hat man sich, da vier nächste Calcium-Nachbarn im gleichen Abstand liegen, die Absättigung nach Art einer Mesomerie vorzustellen. Danach können die Kationenschichten als Riesenmolekelionen Ca_n^{n+} charakterisiert werden, in denen die Einzelionen durch „$\frac{1}{4}$"-Atombindungen zusammengehalten werden. Aus dieser Tatsache findet auch der (zunächst unerwartet groß erscheinende) kürzeste Ca—Ca-Abstand von 3,38 Å seine Erklärung; denn er entspricht gerade dem doppelten Radius (2 · 1,69 Å), der für das Ca^{1+}-Ion berechnet worden ist[2]).

Rein formal sind die Chlor-Doppelschichten genau so gebaut, nur sind sie höher. Vom Standpunkt der Bindungsverhältnisse betrachtet, liegen die Dinge aber ganz anders, da es sich hier um Ionen mit Edelgaskonfiguration handelt. Der Zusammenhalt dürfte hier (genau wie bei dem $CdCl_2$-Typ) nur durch VAN DER WAALSsche Kräfte gegeben sein. Damit findet die gute Spaltbarkeit der Präparate und die Ähnlichkeit im Aussehen wie Glimmer ihre Erklärung.

Das Gesamtgitter wird am besten beschrieben als aus $(CaCl)_n$-„Schichtpaketen" (Reihenfolge: Cl-, Ca-, Ca-, Cl-Schicht) aufgebaut mit starken Bindungskräften innerhalb der Pakete und schwachen zwischen den Paketen.

Richtung II, um 42° (tg $\alpha = c/2a$) *geneigt gegen die Basisfläche.*

Diese Richtung ist insofern ausgezeichnet, als in ihr symmetrisch zur c-Achse leicht gewellte Ketten der zunächst benachbarten Cl—Ca—Ca—Cl—Cl—Ca— ··· Atome ausgebildet sind mit den Abständen: Ca—Ca = 3,38 Å, Ca—Cl = 2,93 Å, Cl—Cl = 3,81 Å. Während beim Cadmiumchlorid die Abstände Cd—Cl und Cl—Cl etwa gleich der Radiensumme der Ionen sind, sind bei dem vorliegenden Gitter entsprechend seiner Eigenart der Cl—Cl-Abstand etwas größer (5%) und der Ca—Cl-Abstand erheblich kleiner (16%), als sich aus den Ionenradien berechnen würde.

Richtung III, um 61° (tg $\beta = c/a$) *geneigt gegen die Basisfläche.*

Diese Richtung — wiederum symmetrisch zur c-Achse — ist dadurch charakterisiert, daß sich reine mit Calcium besetzte Schichten mit solchen abwechseln, die nur mit Chlor besetzt sind. Auch diese Schichten sind gewellt.

Die Chlor-Ionen bilden in diesen Schichten unregelmäßige Sechsecke mit den Seitenlängen 3,81, 3,85 und 4,99 Å. Wie eine nähere Betrachtung zeigt, handelt es sich um eine verzerrte, kubisch dichte Packung. Es ist erstaunlich, daß selbst bei dieser ungewöhnlichen AB-Struktur jenes Bauprinzip, das man von den anderen Chloriden (vgl. die Gemeinsamkeit der in den AB-, AB_2- und AB_3-Typen kristallisierenden Verbindungen) her kennt, hier noch weitgehend erfüllt ist.

Durch Messung der Verteilungsgleichgewichte von Calcium zwischen Schmelzen von Calciumchlorid und Silber konnte gezeigt werden, daß auch im geschmolzenen Calciumchlorid als Lösungsmittel keine monomeren Ca^{1+}-Ionen existieren.

Herrn Dozent Dr. K. MEISEL danken wir für anregende Diskussionen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte die Arbeit durch Bewilligung von Sachmitteln.

Institut für Anorganische Chemie der Technischen Hochschule Hannover.

PAUL EHRLICH und LEONORE GENTSCH.

Eingegangen am 2. April 1954.

[1]) EHRLICH, P., u. L. GENTSCH: Naturwiss. **40**, 460 (1953); vgl. auch die Vortr.-Reff. in Angew. Chem. **65**, 539 (1953); **66** (1954) (im Druck).

[2]) Vgl. BREWER, L., u. Mitarb.: In L. QUILL, The Chemistry and Metallurgy of Miscellaneous Materials, S. 154. New York: McGraw Hill Book Comp. 1950.

Leukomethylenblau/Methylenblau-Redoxite[1]).

Redoxite sind Elektronenaustauscherharze mit unlöslich in ein Harzskelett eingebauten reversibel reduzier- und oxydierbaren Gruppen[2]). Sie waren bisher nur auf der Grundlage des Redox-Systemes Hydrochinon/Chinon bekannt geworden[3]),[4]),[5]). Neben großer chemischer und mechanischer Beständigkeit, hoher Redoxkapazität[5]) und großer Austauschgeschwindigkeit sind noch weitere Anforderungen an brauchbare Redoxite zu stellen. Außer den Redox-Gruppen sollen keine wirksamen ionenaustauschenden Gruppen enthalten sein. Eine möglichst geringe Volumenänderung der Harze während der Redox-Umwandlung ist für einen Säulenbetrieb sehr erwünscht. Das Redox-Potential des Harzes soll möglichst extrem hoch oder niedrig liegen. Sehr vorteilhaft ist es für die Beobachtung des Redox-Vorganges am Harz und dessen Anwendungen, wenn die Umwandlung mit einem möglichst auffälligen und empfindlichen Farbumschlag von z. B. fast farblos nach tiefen Farbtönen verbunden ist[6]).

In diesem Zusammenhange ist das System Leukomethylenblau/Methylenblau wegen seines relativ niedrigen Redox-Potentiales und extrem starken Farbumschlages von farblos nach blauschwarz von besonderem Interesse. Als Beispiel eines Leukomethylenblau/Methylenblau-Redoxites wurde vor einiger Zeit ein Mischkondensat aus Resorcin, Formaldehyd und Methylenblau hergestellt. Etwa 20 Proben mit variierter Zusammensetzung des Verhältnisses Resorcin: Formaldehyd: Methylenblau: Katalysator wurden unter verschiedenen Versuchsbedingungen erhalten und in Korngrößen von 0,4 bis 0,5 mm jeweils folgendem Zyklus unterworfen: 3 Tage Stehen unter Wasser, 2 Tage Stehen unter 5n HCl, 1 min Kochen mit rauchender HCl, Auswaschen mit dest. H_2O, Stehen unter halbkonz. NH_3, 1 min Kochen mit 7n NH_3, 2 Tage Behandeln mit (2n HCl + 3%igem H_2O_2), Waschen mit H_2O, Reduktion mit 7%iger ammoniak. Na-Dithionitlösung, Waschen, Oxydation mit (2n HCl + 3%igem H_2O_2) und 5maliges Wiederholen der Reduktion/Oxydation. Frische Proben der beständigsten Harze besitzen eine Redoxkapazität von 4,5 bis 5,8 mval Fe^{+3}/g. Die Redoxkapazität wurde in Anlehnung an G. MANECKE[5]), jedoch im Säulenbetrieb bestimmt. Über zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten im Laboratorium und chemischen Praktikum wurde bereits berichtet[1]).

Redoxit MB X 3 dieser Serie besitzt nicht optimale Eigenschaften unter den von uns bisher erhaltenen Produkten. Da er jedoch mit primitiven Mitteln leicht zugänglich ist, kann er als einfaches Modell eines Methylenblau-Elektronenaustauscherharzes betrachtet werden.

Darstellungsvorschrift für Redoxit MB X 3. 220 g gepulvertes Resorcin (techn. rein, Bayer-Leverkusen) werden mit 21,4 g gepulvertem Methylenblau (medicin. DAB VI, Bayer-Leverkusen) in einem 2 Liter-Becherglas gut vermengt, 230 ml Formalin (30%ig) zugefügt und langsam auf etwa 50° erwärmt, bis alles gelöst ist. Unter Umrühren mit einem Holzstab werden 4 ml 1%ige NaOH (40 mg NaOH) zugefügt und bis eben zum Sieden erhitzt. Nach Einsetzen der Reaktion (selbsttätiges Sieden) wird sofort vom Feuer genommen. Die Flüssigkeit erstarrt alsbald unter starker Blasenbildung zu einer harten Masse, die nach dem Erkalten aus dem Becherglas gezogen werden kann. Baldmöglichst wird zerkleinert, mit einer Kaffeemühle gemahlen und gesiebt. Die einzelnen Fraktionen werden mit dest. H_2O gequollen und längere Zeit geschlämmt, bis das überstehende Wasser klar bleibt. Nach scharfem Absaugen wird auf dem Tonteller getrocknet. Die Ausbeuten betrugen z. B. 110 g (0,5 bis 0,3 mm), 70 g (0,3 bis 0,1 mm), 40 g (< 0,1 mm) und 40 g (> 0,5 mm). Das poröse Harz wird trocken oder im feuchten Zustand aufbewahrt (z. B. unter dest. H_2O, dem einige Tropfen Formalin zugefügt wurden).

Zur Überführung in die red-Form wird mit ammoniakalischer, 5%iger Na-Dithionitlösung behandelt, bis die Farbe des Harzes von blauschwarz nach elfenbeinfarben umgeschlagen ist. Die Oxydation wird nach Auswaschen mit dest. H_2O durch H_2O_2 in schwach saurem Medium bewirkt und verläuft im Gegensatz zur Reduktion innerhalb weniger Sekunden. Redoxit MB X 3 ist im Gegensatz zu anderen erhaltenen Produkten z. B. gegenüber einigen Schwermetallkationen nur bedingt beständig. Während der Oxydation mit z. B. Fe^{+3} oder Ag^{+} geht zunächst Methylenblau unter Abnahme der Redox-Kapazität in Lösung, bis nach etwa 10 Oxydationen/Reduktionen ein Grenzwert erreicht ist, von dem ab nur mehr sehr geringe Methylenblaumengen eluiert werden.

Herrn Professor Dr. R. KLEMENT, Regensburg, danke ich vielmals für sein Interesse, Herrn stud. chem. E. STUMPP,

Regensburg, für die Ausführung einiger Messungen und Herrn Professor Dr. O. BAYER, Leverkusen, für materielle Unterstützung.

Institut für Anorganische und Analytische Chemie der Philosophisch-Theologischen Hochschule Regensburg.

BRUNO SANSONI.

Eingegangen am 11. März 1954.

[1]) SANSONI, B.: Abstracts XIII. Internat. Congress of Pure and Applied Chemistry, Stockholm 1953, S. 52. Ferner Patentanmeldung 1953.
[2]) SANSONI, B.: Naturwiss. 39, 281 (1952). Diskussion von E. LANGE, K. F. BONHOEFFER u. B. SANSONI, Z. Elektrochem. 57, 194 (1953).
[3]) I.G. Farbenindustrie, Werk Wolfen, Patentanmeldung 1944.
[4]) CASSIDY, H. G.: J. Amer. Chem. Soc. 71, 402 (1949). — UPDEGRAFF, I. H., u. H. G. CASSIDY: J. Amer. Chem. Soc. 71, 407 (1949).
[5]) MANECKE, G.: Z. Elektrochem. 57, 189 (1953).
[6]) SANSONI, B.: Z. Elektrochem. 57, 194 (1953).

Redox-Papiere[1]).

Durch Imprägnieren von Filtrierpapierbögen mit alkohollöslichen Vorstufen der in voranstehender Notiz genannten Leukomethylenblau/Methylenblau-Redoxite und anschließendem Härten im Trockenschrank werden „Redox-Papiere" hergestellt, die reversibil reduzier- und oxydierbar sind. Die ox-Form ist dunkelblau bzw. dunkelblaugrün, die red-Form rein weiß. Geringe Mengen von Luftsauerstoff bewirken einen deutlichen Farbumschlag des red-Papieres über grün nach blau. Die erhaltenen Papiere, z.B. MB X 3 (vgl. voranstehende Notiz), haben Redoxkapazitäten zwischen 0,009 und 0,013 mval Fe^{+3}/cm^2. Zur Überführung in die red-Form werden die blauen Papierstreifen nach vorherigem Quellen in dest. H_2O mit 5%iger ammoniakal. Na-Dithionitlösung bis zum Farbumschlag nach rein weiß behandelt. Dann wird mit sauerstoffreiem dest. H_2O Dithionit-frei gewaschen und unter Sauerstoffausschluß im N_2-Strom getrocknet oder unter Sauerstoffausschluß unter H_2O verschlossen aufbewahrt.

Noch nach 15maligem Reduzieren/Oxydieren ist eine Blaufärbung der ox-Form zu beobachten. Unter anderem kann Redox-Papier MB X 3 als unlösliches Reagenspapier für Spuren von Sauerstoff und anderen Oxydationsmitteln (gelöst oder gasförmig) verwendet werden. Es kann damit in sauerstofffreien chemischen Apparaturen und Reaktionsgefäßen, die mit Streifen oder Bögen des red-Papieres MB ausgekleidet sind, die Entstehung geringer Sauerstoffmengen oder anderer Oxydationsmittel räumlich fixiert werden.

Nach Abschluß der Arbeiten wurde eine Veröffentlichung von H. G. CASSIDY und Mitarbeitern bekannt[2]), in welcher ebenfalls mit gutem Erfolg Filtrierpapier als Träger für Redoxite verwendet wird. In einer der Papierchromatographie ähnlichen Arbeitstechnik werden kleine Substanzmengen auf- oder absteigend an einem zwischen zwei Glasplatten befindlichen Streifen Redox-Papier oxydiert bzw. reduziert.

Institut für Anorganische und Analytische Chemie der Philosophisch-Theologischen Hochschule Regensburg.

BRUNO SANSONI.

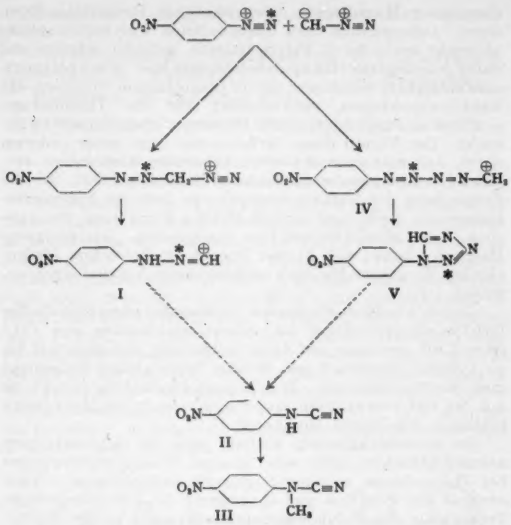
Eingegangen am 11. März 1954.

[1]) SANSONI, B.: Abstracts XIII. Internat. Congress of Pure and Applied Chemistry, Stockholm 1953, S. 52.
[2]) CASSIDY, H. G., M. ERZIN u. I. H. UPDEGRAFF: J. Amer. Chem. Soc. 75, 1615 (1953).

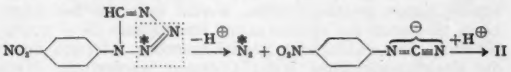
Zur Reaktion des p-Nitro-benzol-diazonium-chlorids mit Diazomethan; Prüfung des Reaktionsablaufs mit schwerem Stickstoff.

Vor kurzem berichteten wir[1]), daß die Reaktion von p-Nitro-benzol-diazonium-chlorid mit Diazomethan bei ausreichender Konzentration an Chlor-Ionen zu Form-(p-nitrophenyl-hydrazid)-chlorid führt, während bei geringer Cl^--Konzentration über das Carbonium-ion I in einer neuartigen Sextett-Umlagerung p-Nitro-phenyl-cyanamid (II) entsteht, das anschließend von überschüssigem Diazomethan am Stickstoff weitermethyliert wird zu III.

Neben 24% d.Th. an III findet man im komplexen Reaktionsprodukt bis zu 8% 1-(p-Nitro-phenyl)-tetrazol (V), das seine Bildung über IV einer noch nicht beobachteten Reaktionsweise des Diazomethans verdankt. Dieses Tetrazolderivat spaltet nun nach R. STOLLÉ und F. HENKE-STARK[2]) bei der Behandlung mit heißer Natronlauge Stickstoff ab, wobei das Natriumsalz des p-Nitro-phenyl-cyanamids (II)



quantitativ erhalten wird. Diese mit einer Protonenabspaltung eingeleitete Reaktion nimmt zweifellos folgenden Verlauf:



Als Vorstufe von II bei der von uns bearbeiteten Azokupplung hat man daher neben I auch V zu diskutieren. Verschiedene Argumente sprechen allerdings gegen den Weg über V, vor allem die Stabilität des Tetrazolabkömmlings gegen Diazomethan, das in unserem Reaktionsmedium die stärkste Base ist.

Eine klare Entscheidung zwischen den beiden möglichen Reaktionswegen zu II bietet die Verfolgung des Reaktionsablaufs mit Isotopen-markiertem Ausgangsmaterial. Wir haben p-Nitranilin mit Äthylnitrit, das 2,57% ^{15}N enthielt, in das feste p-Nitro-benzol-diazonium-salz übergeführt und die Kupplung mit Diazomethan von normalem Isotopenverhältnis angesetzt. Wenn das Cyanamid-Derivat über I entsteht[1]), dann sollte sich der markierte, im obigen Formelschema mit * gekennzeichnete Stickstoff in der Nitrilgruppe von II finden, während auf dem Reaktionsweg über V das markierte N-Atom mit dem molekularen Stickstoff eliminiert wird, was zu „leichtem" II führen muß.

Das bei der Reaktion mit „schwerem" Diazoniumchlorid erhaltene III wurde sauer hydrolysiert, wobei 98% des Nitril-Stickstoffs als Ammoniak gefaßt wurden. Dessen bandenspektroskopische Isotopenanalyse ergab 2,50% ^{15}N, das sind 97% des ^{15}N-Gehalts des eingesetzten schweren Natriumnitrits. Das zweite Spaltstück der Hydrolyse von III, das N-Methyl-p-nitranilin, wurde zunächst mit Jodwasserstoff reduziert, dann dem KJELDAHL-Aufschluß unterworfen. Die beiden N-Atome des Methyl-p-nitranilins enthalten laut Isotopenanalyse 0,36% ^{15}N, während normaler Stickstoff 0,37% ^{15}N verlangt.

Dieser Nachweis des schweren Stickstoffs in der Cyangruppe von III schließt den Bildungsweg über V aus und stellt eine schöne Bestätigung des jüngst vorgeschlagenen[1]) Chemismus mit Sextett-Umlagerung dar.

Physikalisch-Chemisches Institut der Universität Zürich.

KLAUS CLUSIUS und HANS HÜRZELER.

Institut für Organische Chemie der Universität München.

ROLF HUISGEN und HANS-JOACHIM KOCH.

Eingegangen am 27. März 1954.

[1]) HUISGEN, R., u. H.-I. KOCH: Naturwiss. 41, 16 (1954).
[2]) STOLLÉ, R., u. FR. HENKE-STARK: J. prakt. Chem. (2) 124, 290 (1930).

Über Synthesehuminsäuren (Oxydationsmessungen).

Ausgehend von der Erkenntnis, daß die natürlichen Huminsäuren aus verschiedenen Monomeren abweichender

chemischer Konstitution, aber ähnlicher Reaktionsgruppen durch Autoxydation und anschließende Polykondensation, vielleicht auch durch Polymerisation, gebildet werden und dabei polydisperse Mischpolykondensate bzw. Mischpolymerisate entstehen, wurde von uns in planmäßigem Vorgehen das Reaktionsgeschehen verschiedener für die Huminsäuresynthese in Frage kommender Monomere systematisch untersucht. Der Vorteil dieser Arbeitsweise liegt unter anderem darin, daß man, von denselben bekannten Monomeren ausgehend, zu semimakromolekularen Stoffen gelangt, die die Erforschung des Verknüpfungsprinzips und des Polymerisationsgrades sowie eine reproduzierbare Ermittlung des Teilchen- bzw. Molekulargewichtes ermöglichen. Als geeignete Monomere haben sich hierbei Phenole, insbesondere Hydrochinon, Brenzkatechin und entsprechende Verbindungen erwiesen.

Zuerst wurde im alkalischen Medium bei unterschiedlicher OH-Ionenkonzentration die Sauerstoffaufnahme aus CO_2-freier Luft gemessen und dabei festgestellt, daß maximal bis zu 5 Atome Sauerstoff pro Molekel Hydrochinon aufgenommen werden können[1]). Die Sauerstoffaufnahme nimmt zu mit der OH-Ionenkonzentration und erreicht bei 2 n-Lösung praktisch den oberen Grenzwert.

Im ammoniakalischen Medium wird, im Gegensatz zum natronalkalischen, unter sonst gleichen Versuchsbedingungen bei Hydrochinon weniger Sauerstoff aufgenommen. Auch verläuft die Reaktion viel langsamer. Da eine wesentliche Teilreaktion des Polykondensationsvorganges in der Ausbildung der Sauerstoffbrücken, die zur Verknüpfung der Kerne führten, gesehen werden muß, darf die geringere Sauerstoffaufnahme eventuell in einem Ersatz der O-Brücken durch die Imino-Gruppe gesehen werden, worauf auch der fest eingebaute Stickstoff der synthetischen Huminsäure (N = 7,39%) hinweist. Der anfängliche Reaktionsverlauf läßt sich durch die Reaktionsgleichung erster Ordnung beschreiben. Nach kurzer Übergangszeit macht sich jedoch eine Reaktion bemerkbar, die nur einer Gleichung höherer Ordnung befriedigend folgt. Da von uns festgestellt werden konnte[1]), daß entgegen der Auffassung W. Ellers[2]) im alkalischen Bereich bereits durch den atmosphärischen Sauerstoff eine Ringsprengung eines Teiles der phenolischen Monomeren erfolgt, was wir an dem Auftreten von CO_2 und Oxalsäure nachzuweisen vermochten, traten durch die Autoxydation Spaltprodukte auf, die in den Polykondensationsprozeß der intakten Monomeren eingreifen dürften. Jede diese Tatsache außer acht lassende Formulierung des Chemismus der künstlichen Huminsäuresynthese, wie sie verschiedentlich versucht worden ist[3]), muß daher lediglich als ein Schema zur Darlegung des möglichen Verknüpfungsmechanismus angesehen werden, ohne etwas über den wahren Aufbau der Huminsäuren auszusagen.

Die gebildeten Synthesehuminsäuren weisen in ihren wesentlichen Eigenschaften (Salzbildung, Äquivalentgewicht, Molekulargewicht, UV-Absorption, Elektrophorese, Papierchromatographie) große Ähnlichkeit mit den in der Natur vorkommenden auf. Ausführlich wird darüber demnächst an anderer Stelle berichtet werden.

Agrikulturchemisches und Bodenkundliches Institut der Universität, Göttingen.

E. Welte, M. Schatz und W. Ziechmann.

Eingegangen am 17. April 1954.

[1]) Scheffer, F., O. v. Plotho u. E. Welte: Landw. Forsch. **1**, 81 (1950).
[2]) Eller, W.: Liebigs Ann. **431**, 133 (1923).
[3]) Flaig, W.: Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde **51**, 193 (1950).

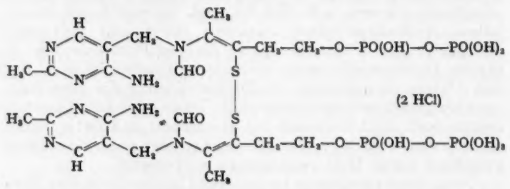
Oxydationsprodukte der Phosphorsäureester des Aneurins.

Aneurin läßt sich bekanntlich in alkalischer Lösung zu einem Disulfid oxydieren. Das Aneurindisulfid zeigt größenordnungsmäßig die gleiche antineuritische Wirksamkeit wie Aneurin. Aneurindisulfid wird durch Cystein und Glutathion zu Aneurin reduziert. Dieses Verhalten legte die Vermutung nahe, das Aneurin könnte die reduzierte Form eines Redoxsystems: Aneurin-Aneurindisulfid, sein. Man kann damit die Funktion des Aneurins als Teil eines oxydativen Enzymsystems deuten[1]). Myrbäck und Mitarbeiter[2]), ferner Schönberg und Sperber[3]) haben nachgewiesen, daß das Vitamin B_1 in der Preßhefe mit großer Wahrscheinlichkeit in oxydierter Form, also als Aneurindisulfid bzw. als Disulfid phosphorylierten Aneurins, vorliegt. Myrbäck[4]) hat überdies nachgewiesen, daß Cocarboxylase zu einem Disulfid oxydierbar ist. Er bediente sich dabei der von uns (a. a. O.) angegebenen Methode der Oxydation mit Jod. Ein Versuch zur Isolierung des Disulfids der Cocarboxylase wurde nicht unternommen.

Durch diese Befunde erfährt die Annahme, daß Aneurin an Redoxreaktionen teilnimmt, eine Stütze. Karrer und Viscontini[5]) haben versucht, das Disulfid der Cocarboxylase präparativ herzustellen, und erhielten bei der Oxydation der Cocarboxylase mit Jod in geringer Ausbeute ein Präparat, das sie als Disulfid der Cocarboxylase in unreiner Form ansprachen. Dieses Präparat war im Warburg-Test unwirksam. Daraus mußte der Schluß gezogen werden, daß die Annahme einer Redoxfunktion des Aneurins nicht zutreffen kann.

Wir haben nunmehr die seinerzeit durch Krieg und andere äußere Umstände unterbrochenen Arbeiten wieder aufgenommen. Dabei konnten wir feststellen, daß die Isolierung des Disulfids der Cocarboxylase kaum möglich ist, wenn man — wie wir es ursprünglich getan haben — Jod als Oxydationsmittel verwendet, weil die bei der Reaktion entstehenden Jodsalze von dem empfindlichen Reaktionsprodukt schwer zu trennen sind. Verwendet man jedoch an Stelle des Jods Chlor oder Wasserstoffsuperoxyd, so gelingt es leicht, die Disulfide der Aneurinphosphorsäureester in guter Ausbeute und in reiner Form zu isolieren. Das Disulfid des o-Phosphorsäureesters des Aneurins ist im Warburg-Test wirksam. Der o-Phosphorsäureester des Aneurins zeigte eine wenn auch nur sehr geringe Wirksamkeit im Warburg-Test. Durch die Oxydation zum Disulfid wird die Wirksamkeit wesentlich gesteigert. Überdies zeigt das Disulfid des o-Phosphorsäureesters interessante pharmakologische Wirkungen.

Das Disulfid der Cocarboxylase zeigt im Warburg-Test



eine etwas geringere Wirksamkeit als Cocarboxylase, eine Steigerung der Wirksamkeit wird in diesem Falle nicht beobachtet. Die Disulfide der Phosphorsäureester des Aneurins sind wie das Aneurindisulfid durch Cystein reduzierbar. Unter dem Einfluß von Diastase erhält man ein Spaltprodukt, das sich wie Aneurindisulfid verhält, also keine Thiochromreaktion zeigt. Nach der Behandlung mit Cystin erst findet man die erwartete Menge Aneurin.

Eine ausführliche Mitteilung erfolgt an anderer Stelle.

Forschungslaboratorium der Firma E. Merck A.G., Darmstadt.

O. Zima und G. Göttmann.

Eingegangen am 31. März 1954.

[1]) Zima, O., u. R. R. Williams: Ber. dtsch. chem. Ges. **73**, 941 (1940). — Zima, O., K. Ritsert u. Th. Moll: Z. physiol. Chem. **267**, 210 (1941).
[2]) Myrbäck, K., J. Vallin u. C. E. Lundgren: Svensk. kem. Tidskr. **56**, 296 (1944). — Myrbäck, K., u. J. Vallin: Svensk. kem. Tidskr. **57**, 72 (1945).
[3]) Schönberg, K., u. E. Sperber: Svensk. kem. Tidskr. **57**, 117 (1945).
[4]) Myrbäck, K., J. Vallin u. J. Magnell: Svensk. kem. Tidskr. **57**, 124 (1945).
[5]) Karrer u. Viscontini: Helv. Chem. Act. **29**, 711, 1982 (1946).

Reserpinin, ein neues Alkaloid aus Rauwolfia serpentina Benth.

(2. Mitteilung).

Kürzlich[1]) haben wir zwei neue Alkaloide aus Rauwolfia serpentina Benth beschrieben. Wir haben inzwischen das Alkaloid I, $C_{22}H_{26}O_4N_2$, Schmp. 228°, Raubasinin und das Alkaloid II, $C_{21}H_{26}O_5N_2$, Schmp. 247 bis 248°, Raubasin benannt (F. im „Kofler": 234 bis 236° und 253 bis 255° Zers.).

Es ist uns gelungen, aus der gleichen Fraktion ein weiteres Alkaloid zu isolieren, das wir wegen seiner chemischen und pharmakologischen Ähnlichkeit mit Reserpin Reserpinin nennen wollen.

Eigenschaften: Aus Isopropanol feine Nadeln, F = 224 bis 226° (Zers.), leicht löslich in Chloroform, Aceton und Essigester, schwerer in Methanol und Äthylalkohol, jeweils leichter löslich als Reserpin. $(\alpha)_D^{20} = -98°$ (Chloroform) (Reserpin -117 bis $-118°$). Es ist ein relativ schwachbasisches Alkaloid ähnlich wie das Reserpin. Mikrotitration in Eisessig mit

0,1 n $HClO_4$, Kristallviolett als Indikator, ergibt das Äquivalentgewicht 633, 632. Die Elementaranalyse der bei 100° im Vakuum getrockneten Substanz ergibt die Bruttoformel $C_{35}H_{42}O_9N_2$ (634,69).

Ber.: C 66,23%, H 6,67%, O 22,69%, N 4,41%,
Gef.: C 66,04%, H 6,56%, O 22,61%, N 4,50%.

Dabei enthält das Alkaloid 6 Methoxylgruppen

$C_{29}H_{24}O_3N_2(OCH_3)_6$, Ber.: $(OCH_3)_6$ 29,33%,
Gef.: $(OCH_3)_6$ 28,94%.

Das Ultraviolettspektrum (Fig. 1) zeigt ein Maximum bei 228 mμ (log ε 4,73), ein zweites bei 302 mμ (log ε 4,41) und ein Minimum, das bei 255 mμ (log ε 3,86) liegt.

Nähere Untersuchungen haben ergeben, daß das neue Alkaloid analog dem Reserpin[2]) ein Esteralkaloid dargestellt. Alkalische Verseifung in alkoholischer Lösung liefert Methanol und zwei Säuren, davon eine als Hydrochlorid vom Schmelzpunkt 258 bis 263° (Zers.). Diese erwies sich durch Mischschmelzpunkt, UV-Spektrum und Papierchromatogramm identisch mit dem aus Reserpin erhaltenen Reserpinsäurehydrochlorid $C_{22}H_{28}N_2O_5 \cdot HCl$[3]). Die zweite, stickstofffreie, Säure kristallisiert aus Benzol in farblosen Nadeln F = 125 bis 126°, Äquivalentgewicht = 242. Die Elementaranalyse ergab die Bruttoformel $C_{12}H_{14}O_5$ (238,23)

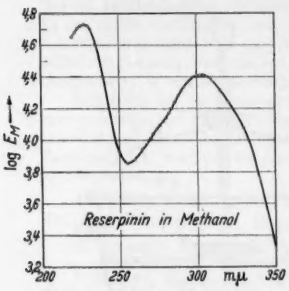


Fig. 1. Reserpinin in Methanol.

Ber.: C 60,49%, H 5,93%,
Gef.: C 60,13%, H 6,01%.

Alkalische Oxydation mit Kaliumpermanganat lieferte 3,4,5-Trimethoxybenzoesäure F = 167 bis 168°, deren Identität durch Mischschmelzpunkt und UV-Spektrum erwiesen wurde. Danach handelt es sich um die 3,4,5-Trimethoxyzimtsäure.

Das neue Alkaloid ist demnach eine dem Reserpin sehr nahestehende Verbindung, welche sich von ihm nur dadurch unterscheidet, daß es an Stelle der 3,4,5-Trimethoxybenzoesäure die 3,4,5-Trimethoxyzimtsäure enthält.

$$\underset{\text{Reserpinin}}{C_{35}H_{42}O_9N_2} \xrightarrow{2\,H_2O} \begin{cases} C_{19}H_{20}N_2 \begin{cases} (OCH_3)_2 \\ COOH \\ OH \end{cases} & \text{Reserpinsäure} \\ C_{12}H_{14}O_5 & \text{3,4,5-Trimethoxyzimtsäure} \\ CH_3OH & \text{Methanol} \end{cases}$$

Forschungslaboratorien der Firma C. F. Boehringer & Soehne G.m.b.H., Mannheim-Waldhof.

E. Haack, A. Popelak, H. Spingler und F. Kaiser.

[1]) Popelak, A., H. Spingler u. F. Kaiser: Naturwiss. 24, 625 (1953).
[2]) Furlenmeier, A., R. Lucas, H. B. Mac Phillamy, J. M. Müller u. E. Schlittler: Experientia [Basel] 9, 331 (1953).
[3]) Dorfman, L., C. F. Huebner, H. B. Mac Phillamy, E. Schlittler u. A. F. St. André: Experentia [Basel] 9, 368 (1953).

Pharmakologische Wirkungen.

Reserpinin ist in seinem Wirkungsbild dem Reserpin[1]) sehr ähnlich, scheint quantitativ aber schwächer zu sein.

An *Mäusen* erhält man mit 5 bis 10 mg/kg *subkutan* nach einer mehrstündigen Latenz den für Reserpin typischen Schlafzustand. Reserpinin ist weniger toxisch als Reserpin.

Kaninchen fallen nach 2 bis 8 mg/kg *intravenös* in einen mehrstündigen Schlaf. Bradykardien, Blutdrucksenkungen und Durchfälle treten bei diesen Dosierungen nicht auf.

Hunde sind gegenüber Reserpinin empfindlicher. Nach 0,1 bis 0,5 mg/kg *peroral* sind die Tiere mehrere Tage lang somnolent, ataktisch und bradykard.

An der mit Chloralose-Urethan narkosierten *Katze* bewirken 1 bis 3 mg/kg intravenös einen protrahierten und über viele Stunden anhaltenden Blutdruckabfall. Die Adrenalin- und Arterenolwirkung ist verstärkt.

Das Alkaloid wirkt weder adrenolytisch noch spasmolytisch.

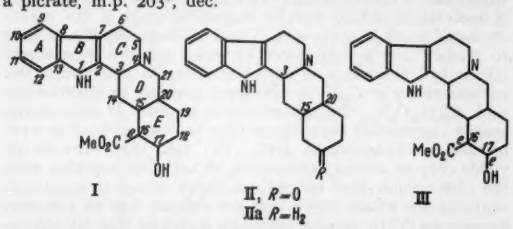
Pharmakologisches Laboratorium der C. F. Boehringer & Soehne G.m.b.H., Mannheim. G. Kroneberg.

Eingegangen am 22. Februar 1954.

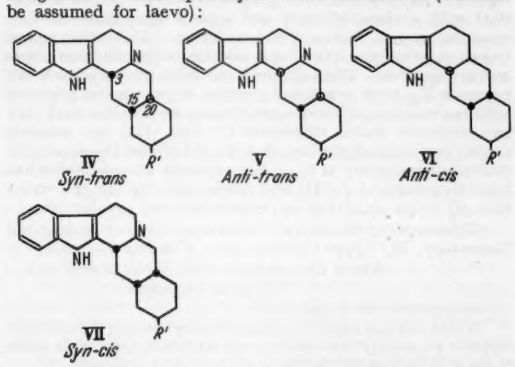
[1]) Bein, H. J.: Experientia [Basel] 9, 107 (1953).

On the Stereochemistry of Rauwolscine: The alkaloid of Rauwolfia canescens Linn.

Rauwolscine[1]) (I), $C_{21}H_{26}O_3N_2$, m.p. 232°, the alkaloid of *Rauwolfia canescens* Linn. (Fam. *Apocynaceae*) has been proved to be a stereoisomer[2]) of yohimbine, m.p. 236°, the alkaloid of *Pausinystalla yohimba* (Fam. *Rubiaceae*). On Oppenauer oxidation rauwolscine furnishes a ketone, rauwolscone (II), $C_{19}H_{22}ON_2$, m.p. 230—231°, $[\alpha]_D^{26°} = -128°$ (in pyridine). It forms salts like hydrochloride, $C_{19}H_{22}ON_2 \cdot HCl$, m.p. 286 to 288°, picrate, m.p. 208—209° (dec.) and a crystalline 2:4-dinitrophenylhydrazone hydrochloride which decomposes at 260—262° but does not melt. On Huang Minlon variant of Wolff-Kishner reduction, rauwolscine affords a hydrocarbon, rauwolscane $C_{19}H_{24}N_2$, m.p. 156—157°, $[\alpha]_D^{26°} = -168°$ (in pyridine). It forms a hydrochloride, m.p. 281—282° and a picrate, m.p. 203°, dec.



Rauwolscone (II) and rauwolscane (IIa) have three asymmetric centres at 3, 15 and 20. Corresponding to these three asymmetric carbon atoms eight stereoisomers are possible in these series (II or IIa) of which four have the laevo forms, the remaining four being their mirror images. It will be, however, interesting to mention here that in rauwolscine, yohimbine and their congeners dextrorotatory ketone isomerides are not known as yet. Now the following configurations may be designated for these optically active ketone isomers (let these be assumed for laevo):



[Rauwolscone and its ketone isomers where $R' = O$; Rauwolscane and its hydrocarbon isomers where $R' = H_2$]. (IV) represents yohimbone and (V) ψ-yohimbone (the corresponding Oppenauer oxidation products of yohimbine and its isomeride ψ-yohimbine respectively) in which rings *D* and *E* are definitely known to be trans locked[3]),[3a]). In rauwolscone, therefore, the rings *D* and *E* have cis junctures *).

For stereochemical assignments of rauwolscone, yohimbone and their congeners the study of their configuration at C_3 appears to be the most important. Cookson has studied the stereochemistry of yohimbine alkaloids[4]). He has pointed out that in presence of alkali, the acidic hydrogen atom at C_3 which is anti (V) as in ψ-yohimbone passes to the more stable syn form (IV) on Wolff-Kishner reduction when the resulting product is the hydrocarbon-Yohimbane. According to Cookson it is due to epimerisation of the H atom at C_3 as a result of which the essential difference between the two isomers i.e., ψ-yohimbine and yohimbone is lost. Following the same arguments it appears that between the two possible cis isomers

(VI) and (VII), rauwolscane should be represented by the stablest structure (VII) although the ketone, rauwolscone might exist in any of the forms (VI) or (VII).

The structure (VII) also represents allo-yohimbane[6],[7],[7a]) the hydrocarbon prepared from allo-yohimbine, m.p. 135 to 140°, a stereoisomeride of yohimbine, by OPPENAUER oxidation followed by WOLFF-KISHNER reduction. Alloyohimbane is therefore identical with rauwolscane. The m.p.s., optical rotation, other physical and chemical properties of alloyohimbone and rauwolscone are also found to be the same which concludes that rauwolscone and alloyohimbone have the same and all syn structure at C_3, C_{15} and C_{20}. A useful confirmation of this structure has been further provided by acetylation experiments of rauwolscine. Rauwolscine furnishes only a monoacetyl (O: acetyl) derivative[1]), m.p. 216—218°. Similar behaviour towards acetylation has been observed in corynanthidine[8]) and alloyohimbine[9]). This evidently shows that the indole = NH group in rauwolscine and alloyohimbine is sterically hindered. It has been the findings of the present authors from the studies of molecular models that in all synstructure (VII) or in all anti-configuration (V), the sterical hindrance at >NH is considerable if the carbomethoxy group in such compounds is equatorial. That's why N-acetylation would fail in these systems. In anti-structure (VI), however, N-acetylation should not be impossible even if the carbomethoxy group is equatorial. These findings help the authors to predict that ψ-yohimbine (V) would afford a monoacetyl (O: acetyl) derivative on acylation. Now in rauwolscine the carbomethoxy at C_{16} is in equatorial position, as rauwolscinic acid, $C_{20}H_{24}O_3N_2$, the saponification product of rauwolscine readily regenerates the original base on re-esterification with methanolic hydrochloric acid. The fact that rauwolscine yields only an acetoxy compound on acylation together with the observation that its carbomethoxy group is equatorial confirms the above views that rauwolscine has all syn-configurations (VII). Similar reasoning indicates that alloyohimbine where the carbomethoxy group is equatorial and not axial[10]) should have identical spatial configurations with rauwolscine except C_{17}. Both the alkaloids bear a hydroxyl group at this carbon atom. In rauwolscine it has been proved to be linked axially[11]) which obviously shows that in alloyohimbine the —OH group would be equatorial. This study helps the authors to postulate that rauwolscine is the C_{17} epimer of allo-yohimbine. JANOT and GOUTAREL have recently reported that α-yohimbine $C_{19}H_{21}N(NH)(OH) \cdot CO_2Me$ is identical with corynanthidine[8]) and affords alloyohimbone i.e., rauwolscone on OPPENAUER oxidation. This observation brings rauwolscine into closer relation with corynanthidine and α-yohimbine. These alkaloids in which the carbomethoxy group in C_{16} is in equatorial position appear to be identical with rauwolscine. This is substantiated by the fact that only two different stable structures (I) and (III) are possible having syn cis configuration at 3, 15 and 20 and the equatorial carbomethoxy group at C_{16}. Since already alloyohimbine has been represented by (III) and rauwolscine by (I), the structure (I) must stand for corynanthidine and α-yohimbine.

Department of Chemistry, University College of Science and Technology, 92, Upper Circular Road, Calcutta 9, India.

ASIMA CHATTERJEE (NÉE MOOKERJEE) and SATYESH PAKRASHI.

Eingegangen am 7. April 1954.

*) Syn and anti refer to the steric relation between the hydrogen atoms at C_3 and C_{15} or C_3 and C_{20} and trans and cis between those at C_{15} and C_{20} ring junctures.

[1]) CHATTERJEE, A.: J. Indian Chem. Soc. **18**, 33, 485 (1941); **20**, 11 (1943); **23**, 6 (1946); **28**, 29 (1951). — ZECHMEISTERS Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe, Bd. 10, S. 390 bis 422. 1953.

[2]) CHATTERJEE, A., u. S. PAKRASHI: Sci. and Cult. **18**, 443 (1953); **19**, 109 (1953). — J. Indian Chem. Soc. **31**, 25, 29, 31 (1954).

[3]) WITKOP, B.: J. Amer. Chem. Soc. **71**, 2559 (1949).

[3a]) TAMELEN, E. E. VAN, and M. SHAMMA: J. Amer. Chem. Soc. **76**, 950 (1954).

[4]) COOKSON, R. C.: Chem. a. Ind. **1953**, 337.

[5]) JANOT, M. M., R. GOUTAREL, A. LE HIR, M. AMIN u. V. PRELOG: Bull. Soc. chim. France **1952**, 1085.

[6]) LE HIR, A.: C. R. Acad. Sci. Paris **234**, 2613 (1952).

[7]) LE HIR, A., R. GOUTAREL u. M. M. JANOT: C. R. Acad. Sci. aris **235**, 63 (1952). — Bull. Soc. Chim. France **1952**, 1091.

[7a]) STORK, G., and R. K. HILL: J. Amer. Chem. Soc. **76**, 949 (1954).

[8]) JANOT, M. M., u. R. GOUTAREL: C. R. Acad. Sci. Paris **220**, 617 (1945). — Bull. Soc. Chim. France **1946**, 535.

[9]) HAHN, G., and SCHUCH: Wien. Ber. B **62**, 2953 (1929).

[10]) LE HIR, A., M. M. JANOT u. R. GOUTAREL: Bull. Soc. chim. France **20**, 1027 (1953).

[11]) CHATTERJEE, A., u. S. PAKRASHI: Proc. 41. Ind. Sci. Cong. Part III, S. 74, 1954.

Modifiziertes Trennverfahren zur quantitativen Bestimmung von Pflanzeninhaltsstoffen mit Hilfe der Papierchromatographie.

Im Rahmen unserer Arbeiten über die Analyse pflanzlicher Inhaltsstoffe[1]) entwickelten wir ein Verfahren zur Trennung und anschließenden quantitativen Bestimmung von Substanzen aus Pflanzenmaterial.

Es sind zahlreiche Versuche unternommen worden, die außerordentlich selektive Trennwirkung des Papieres für quantitative Bestimmungen auszuwerten. Meist sind die chromatographierten Mengen der zu bestimmenden Substanzen jedoch so gering, daß eine quantitative Auswertung der einzelnen Flecken oder Zonen nach erfolgter Trennung Schwierigkeiten bereitet. Es erschien daher wünschenswert, eine einfache Methode zu finden, wobei die effektiven Substanzmengen auf dem Papier wesentlich größer sein können als bisher, ohne dabei die Trennwirkung zu beeinträchtigen.

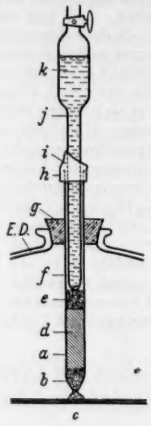


Fig. 1.

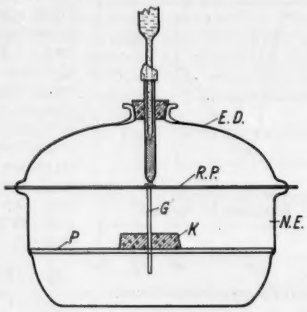


Fig. 2.

Fig. 1. Anordnung zur kombinierten Säulen-Papierchromatographie im Deckel eines Exsikkators. Die Bedeutung der Buchstaben wird im Text erläutert.

Fig. 2. Schnitt durch die gesamte Anordnung. (Die mittlere Papierauflage ist nur beim Arbeiten auf unpräpariertem, trockenem Papier erforderlich.) *E. D.* Exsikkatordeckel, *R.P.* Rundfilterpapier, *N.E.* Novus Exsikkator 25 cm ⌀, *G* Glasstab als mittlere Papierauflage, *K* Korken, *P* Porzellanplatte.

Durch zweckmäßige Modifizierung bereits bewährter Verfahren gelang es, diesen Erfordernissen gerecht zu werden. Zur Trennung zogen wir die Rundfiltertechnik nach RUTTER[2]) heran, die in der von BROCKMANN und PATT[3]) beschriebenen Anordnung leicht durchzuführen ist. Das Wesentliche des neuen Verfahrens besteht darin, daß wir die papierchromatographisch zu fraktionierenden Substanzgemische durch Vorschaltung einer Papiersäule im TSWETT-Röhrchen 10×200 mm vortrennten und anschließend die Fraktionen direkt in ein Rundfilter austreten ließen. Auf diese Weise lassen sich bei Lösungen beispielsweise bis zu 2 cm³, bei festen Materialien bis zu 2 g, je nach spezifischem Gewicht, der chromatographischen Trennung unterziehen. Da die Substanzanteile durch die Vortrennung in dem TSWETT-Röhrchen zeitlich nacheinander in das Rundfilter eintreten, ist die Auftrennung in einzelne sehr konzentrierte, aber scharf voneinander isolierte Ringe bzw. Zonen besonders ausgeprägt. SCHWERDTFEGER[4]) verfuhr bereits in ähnlicher Weise, indem er die zu chromatographierende Lösung auf einen Wattedocht aufbrachte und dadurch eine gewisse Vortrennung in der Watte erreichte.

Bei unseren Versuchen benutzten wir die unter Fig. 1 und 2 skizzierte Anordnung. Nach Abschneiden des vordersten Teiles der Watte bei (*c*) stellt das resultierende kleine Pinselchen den Kontakt in der Mitte mit dem Rundfilterpapier her. Soll eine Substanz bestimmt werden, die sich in Lösung befindet, so wird der Raum oberhalb des Wattefilters (*b*) etwa zur Hälfte mit Papierpulver (*d*) gefüllt und mit einem kleinen Wattepfropfen (*e*) verschlossen. Auf diese kleine Chromatographiesäule wird eine ausreichende gemessene Menge der zu bestimmenden Lösung bei (*e*) mit der Pipette aufgebracht. Zur Entwicklung des Chromatogramms läßt sich in das Röhrchen (*a*) der Schenkel (*f*) einer mit dem Lösungsmittel gefüllten „automatischen Pipette" (*j*)[3]) einschieben und durch ein Stückchen Gummischlauch (*h*) verschiebbar befestigen. Bei (*i*) kann in das Röhrchen (*a*) Luft eintreten, um die selbsttätige Durchtränkung mit Lösungsmitteln zu gewährleisten. Bei der

Bestimmung von Stoffen aus festem Pflanzenmaterial wiegt man das trockne, gepulverte Material direkt in das Röhrchen oberhalb des Papierpulvers (Fig. 1, *d*) ein und schließt mit wenig Watte ab. (Bei schlecht durchlaufenden Lösungsmitteln empfiehlt sich eine vorherige Mischung der Substanz mit wenig Papierpulver.) Die Strömungsgeschwindigkeit wird durch Veränderung der Höhe des Lösungsmittelstandes über dem oberen Wattefilter (*e*) reguliert.

Bei farblosen Substanzen markiert man vorher auf dem leeren Bogen die große und kleine Achse der Ellipse, die gegeben sind 1. durch die bevorzugte Laufrichtung in der Papierbahn (vielfach gekennzeichnet durch Wasserzeichen) und 2. durch eine beliebige senkrecht dazu verlaufende Gerade. Der Schnittpunkt dieser beiden Achsen ist gleichzeitig der Aufsatzpunkt für die Spitze des Chromatographie-öhrchens. Teilt man das Chromatogramm entlang einer der beiden Achsen durch, so läßt sich auf einer der Hälften eine spezifische Nachweisreaktion durchführen. Legt man die behandelte Hälfte genau an der Trennstelle wieder auf die unbehandelte und schneidet entlang der sichtbar gemachten Zone den Sektor heraus, so enthält der unbehandelte Papierstreifen die Hälfte der zu bestimmenden Substanz. Diesen Streifen stopft man in ein unten verjüngtes, mit einem Wattestopfen versehenes Glasröhrchen und löst die Substanz zur quantitativen Bestimmung durch Perkolation mit einem zweckmäßigen Lösungsmittel in ein Meßkölbchen.

Mit Hilfe der voranstehend beschriebenen Methode haben wir quantitative Bestimmungen von Askorbinsäure, Glykosiden, Alkaloiden und Aminosäuren in pflanzlichen Materialien durchgeführt, worüber im einzelnen a. a. O. ausführlicher berichtet wird.

Chemische Abteilung der Firma Madaus-Köln (Leiter: Prof. Dr. H. ERBRING). HANS ERBRING und PETER PATT.

Eingegangen am 8. März 1954.

[1]) ERBING, H., u. W. WULF: Kolloid-Z. **125**, 99 (1952). — Madaus Jber. **6**, 93 (1952). — Arzneimittel-Forsch. (im Druck).
[2]) RUTTER, L.: Nature [London] **161**, 435 (1948). — Analyt. Chem. **23**, 1396 (1951). — ZIMMERMANN, G., u. K. NEHRING: Angew. Chem. **63**, 556 (1952).
[3]) BROCKMANN, H., u. P. PATT: Naturwiss. **40**, 221 (1953).
[4]) SCHWERDTFEGER, E.: Naturwiss. **40**, 201 (1953).

Ring-Paper Chromatographic Technique for the Separation of Tobacco Alkaloids.

Enough literature has accumulated for the separation of tobacco alkaloids from plants. PORTER[1]) separated three tobacco alkaloids on a "Chromatopack" of No. 1 paper using a solvent consisting of n-butanol:benzene: buffer solution. Good separations seem to have been obtained by KRAFT[2]) who employed water saturated butanol as the mobile phase and buffers between p_H 6·5 and p_H 8. WERLE and KOCH[3]) tried vertical strip method and found that phenol, collidine or picoline were unsatisfactory as the solvents. SCHUTE[4]) recently reported in detail on the possible mechanism responsible for the separation of alkaloids. The present paper records the data on the separation of tobacco alkaloids by ring-paper chromatographic technique.

Whatman No. 1 filter paper circular sheets of 20 cm. diameter were used. A drop of the alkaloid (dissolved in acetic acid) to be chromatographed was placed at the centre of the circular sheet. The solvent feeding wick was applied at the centre of the spot of the filter sheet which was placed on a PETRI dish. Another PETRI dish acted as a cover. The whole apparatus was kept in a refrigerator at a temperature of $5° \pm 1°$ C. The solvent used was a mixture of n-butanol: acetic acid: water (6:1:3). After the development the sheet was dried and sprayed with a reagent (0·25% benzidene in 50% EtoH) to give clear circular bands of the various components of the tobacco alkaloid. The following alkaloids having different R_f values on the chromatogram were obtained (Table 1).

Table 1.

Alkaloids	R_f values	
	by author	by WERLE and KOCH[3])
1. Meta-nicotine	0·30	0·04
2. Nor-nicotine	0·37	0·42
3. Nicotine	0·43	0·45
4. Anatabine	0·53	0·47
5. Anabasine	0·62	0·50
6. Amino-butyl pyridine	—	0·52
7. Nicotine acid amide	0·67	0·70
8. Nicotyrine	0·70	0·92

A more detailed account will be published elsewhere:

Thanks are due to Dr. N. GHATAK for kindly providing the facilities of work and to Sri H. M. SINGH for the help given during analytical work.

Chemical Examiner's Laboratory, Agra, India.
SWARUP NARAIN TEWARI.

Eingegangen am 17. April 1954.

[1]) PORTER, W. L.: Analyt. Chem. **23**, 412 (1951).
[2]) KRAFT, D.: Pharmazie **8**, 251 (1953).
[3]) KOCH, J., and E. WERLE: Naturwiss. **38**, 333 (1951).
[4]) SCHUTE, J. B.: Chem. Weekbl. **49**, 301 (1953).

On the mode of multiplication of Bacterium tularense.

During recent decades, the concepts on the mode of multiplication of *Bact. tularense* have been complicated due to the difficulty of rapid cultivation and the extreme pleomorphism of this organism. Some authors believed that *Bact. tularense* multiplies chiefly by budding and division by binary fission may occur[1]),[2]). The mode of multiplication seems to be closely related to the conditions of cultivation. The author devised the following medium and succeeded in the rapid culture of this organism as well as the colon bacillus. This success made clear the mode of multiplication of *Bact. tularense*.

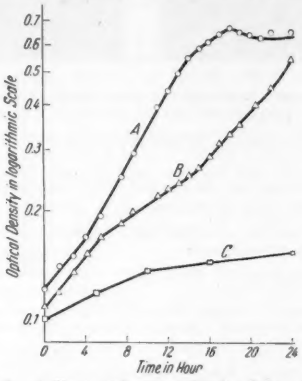


Fig. 1. Growth of Bact. tularense, Strain Schu, in LS-broth. *A*: Shaking culture. *B*: Shaking culture. Sterilization in autoclave was repeated. *C*: Static culture.

Four hundred gms of swine liver cake is infused in 1 liter of distilled water. After few hours, it is autoclaved at 115 C for 15 minutes and filtered through paper after cooling. To the filtrate, 10 gms of polypeptone or bactopeptone, 5 gms of NaCl, 10 gms of glucose, and 0·5 gms of cystein hydrochloride or cystine are added. p_H is adjusted to 7·0. The preparation is sterilized at 115 C for 10 minutes. It is called as SL-broth.

The organism is cultivated in this broth at 37 C by shaking culture (Curve *A* of Fig. 1). When the sterilization in autoclave is repeated, the growth rate declines (Curve *B*), and it seems that the growth factor in the medium may be altered by the repeated heating. In static culture, the growth is exceedingly delayed (Curve *C*) and the shapes of the organism are extremely polymorphous. The mean division time of this organism in the logarithmic growth phase is generally between 100 to 200 minutes. The times calculated from Fig. 1 were as follows: *A*, 190 min. and *B*, 470 min. Sometimes, the organism can not be cultivated in the medium and this phenomenon seems to be identical with the declination phenomenon induced by the repeated heating.

The solid medium is made by addition of 25 gms of agar to the above preparation and it is called as SL-agar. When the heart blood or tissues of the infected animal are inoculated on the SL-agar, the colonies of the organism can be recognized after twenty-four to fourty-eight hours. The adapted organism makes the colony within twelve hours. When the blood of rabbit, sheep, goat, etc. is added to SL-agar, the growth of the organism is distinctly stimulated.

The shapes of this organism in the logarithmic growth phase are regularly coccoid. The logarithmic growth curve and the regular coccoid form mean clearly that the mode of multiplication of *Bact. tularense* is division by binary fission.

The pleomorphs of this organism are observed after the stationary phase, when the toxic metabolite is produced in the media[3]). The appearance of pleomorphs on the SL-agar is earlier than in the SL-broth by shaking culture (Figs. 2 and 3), as on the former the toxic metabolite may accumulate around the growing cells. The morphological changes of this organism, described by HESSELBROCK and FOSHAY[2]), EIGELSBACH et al.[4]), and OHARA and his co-workers[5]),[6]), may be the irregular division or degeneration forms in the declining growth.

On the false flagella and large bodies of this organism, it shall be reported in near future.

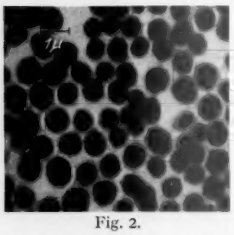


Fig. 2.

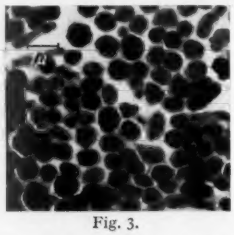


Fig. 3.

Fig. 2. Electron micrograph of Bact. tularense, Strain Schu, in SL-broth, shaked for 16 hours: X 8,000.

Fig. 3. Same strain, on SL-agar, incubated for 16 hours: X 8,000.

Indebtedness for the cordial aids to my works is acknowledged to Dr. Y. TANAMI and Dr. T. KUWATA.

Department of Bacteriology School of Medicine, Chiba University Chiba, Japan.

NOBUO SAKURAI.

Eingegangen am 17. März 1954.

[1]) FOSHAY, L.: Annual Rev. Microbiol. **4**, 313 (1950).
[2]) HESSELBROCK, W. H., a. L. FOSHAY: J. Bacteriol. **49**, 209 (1945).
[3]) SAKURAI, N., a. Y. TANAMI: To be published.
[4]) EIGELSBACH, H. T., L. A. CHAMBERS a. L. L. CORIELL: J. Bacteriol. **52**, 179 (1946).
[5]) OHARA, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **117**, 440 (1930).
[6]) OHARA, H., T. KOBAYASHI a. J. KUDO: Tohoku J. Exp. Med. **25**, 520 (1935).

Unterschiede der Wachstumsgeschwindigkeit und Wachstumseffekt subminimaler Hemmungsmengen von Isoniacid (INH) bei INH-resistenten und -sensiblen Tuberkelbakterienpopulationen.

In letzter Zeit wurde mehrfach berichtet, daß INH-resistent gewordene Tuberkelbakterienpopulationen (TbB) ihre frühere INH-Empfindlichkeit einige Monate nach Absetzen der INH-Behandlung wiedergewinnen können[1–5]). Auch in vitro wurde diese Instabilität der INH-Resistenz[3]),[6]),[8]) sowie die Reversibilität derselben bei künstlichen Gemischen von sensiblen und resistenten TbB nach mehreren Passagen beobachtet[7]) und im Sinne eines Überwucherns rascher wachsender sensibler über die langsamer wachsenden resistenten Elemente der TbB-Population erklärt[4]),[7]),[8]). Es zeigte sich ferner, daß der INH-resistente Laboratoriumsstamm H 37 RV gegenüber dem sensiblen die Fähigkeit verloren hat, auf synthetischen Nährlösungen zu wachsen[11]), so daß Änderungen im Stoffwechsel INH-resistenter TbB angenommen wurden. Da genauere Untersuchungen über die Wachstumsgeschwindigkeit von INH-resistenten und sensiblen TbB noch nicht vorliegen und die Phasen des Anfangswachstums auf festen und flüssigen Nährmedien nur schwer zu erfassen sind[10]), haben wir mit Hilfe der Objektträgermikrokultur (Objk.) von Sputumausstrichen[9]) das Anfangswachstum der TbB in den ersten vier Tagen (Lag Phase + Akzelerationsphase) studiert. Da wir ferner gelegentlich routinemäßiger Resistenzbestimmungen der TbB im Sputum in der Objk. und Flüssigkeitskultur öfter sahen, daß INH-behandelte TbB auch in der synthetischen Nährlösung (Šula) mit 10% bovinem Serum kein oder nur ein abgeschwächtes Wachstum zeigten gegenüber einem oft sehr starken Wachstum im INH-haltigen Medium, haben wir den Einfluß von INH auf das Anfangswachstum INH-sensibler und resistenter TbB mit Hilfe der Objk. neuerlich untersucht.

Wachstumsgeschwindigkeit INH-resistenter und sensibler TbB. Je eine sensible und resistente TbB-Population aus dem Sputum von unbehandelten bzw. behandelten Tuberkulosekranken wurde in parallelen Versuchsreihen in der gleichen Nährlösung (Šula mit 10% bovinem Serum) am gleichen Tage in Kultur genommen. Gleichzeitige Sensibilitätsbestimmung in der Objk. im gleichen Nährmilieu (sensible Populationen: komplette Wachstumshemmung bei $^1/_{16}\,\gamma$ INH; resistente Populationen: Wachstum von durchschnittlich 80% der Population in 4 γ INH entsprechend einer Erhöhung der INH-Toleranz um ungefähr das 250fache), Auszählung der Tuberkelbakterien in je 100 Mikrokolonien, die sich aus den einzelnen TbB bzw. kleinsten TbB-Aggregaten der Einsaat entwickelt hatten[9]), nach 24, 48, 72 und 96 Std und Berechnung des täglichen Wachstums auf 100 Einzelbakterien der Einsaat. Bestimmung der Mittelwerte aus je sieben sensiblen und sieben resistenten TbB-Populationen mit Standardfehler des Mittels und Darstellung der Wachstumskurve der ersten vier Tage als Log. der täglichen Wachstumsprozente. Fig. 1 zeigt, daß die INH-resistenten TbB gegenüber den sensiblen wesentlich langsamer wachsen und die Unterschiede bereits nach 24 Std nachweisbar sind. Auch bei verschiedensten INH-Resistenzgraden und Mehrfachresistenz wurde die Wachstumsverzögerung gegenüber den sensiblen beobachtet.

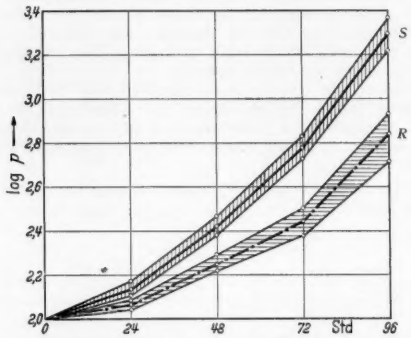


Fig. 1. Mittelwert und Standardfehler des Mittels, des prozentualen Wachstums von sieben sensiblen (*S*) und sieben resistenten (*R*) TbB-Populationen im gleichen Nährmilieu zur gleichen Zeit. Ordinate ist log p; p = %TbB. (Einsaat = 100 TbB.)

Wirkung subminimaler Hemmungsmengen von INH. Je ein sensibler und ein resistenter Fall (gleiche ausgewählte Sensibilitätsgrade wie im vorherigen Versuch) wurden in doppelter Versuchsreihe in normalem Nährmilieu (Šula + 10% bovinem Serum) und mit Zusatz von $^1/_{128}\,\gamma$ INH unter den gleichen Versuchsbedingungen wie zuvor kultiviert. Die Mittelwerte der Wachstumsprozente von je neun sensiblen und resistenten TbB-Populationen sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Es zeigte sich in der synthetischen Lösung mit 10% bovinem Serum wieder das langsamere Wachstum der resistenten gegenüber den sensiblen TbB. Nach Zusatz von $^1/_{128}\,\gamma$ INH zeigen die resistenten TbB jedoch eine deutliche Förderung des Wachstums, während die sensiblen eine leichte Depression desselben aufweisen. Besonders in den ersten Tagen wachsen die INH-resistenten TbB im INH-Milieu fast gleich rasch wie die INH-sensiblen TbB im normalen Milieu, während das Wachstum der sensiblen im INH-Milieu annähernd so langsam verläuft, wie das der INH-resistenten TbB

Tabelle 1. *Mittelwerte der Wachstumsprozente.* (Einsaat = 100 TbB.)

Std	9 INH-sensible TbB-Populationen				9 INH-resistente TbB-Populationen			
	ohne INH		mit INH*)		ohne INH		mit INH*)	
	$\bar{x}$	$S\bar{x}$	$\bar{x}$	$S\bar{x}$	$\bar{x}$	$S\bar{x}$	$\bar{x}$	$S\bar{x}$
24	154	16	110	6	113	5	160	16
48	381	65	194	16	217	27	330	41
72	1080	161	551	106	544	114	810	194
96	3994	637	2009	544	1483	322	2132	384

$\bar{x}$ = Mittel = $\Sigma x/n$; s^2 = Varianz = $\Sigma(x-\bar{x})^2/(n-1)$; $S\bar{x}$ = Standardfehler des Mittels = $s/\sqrt{n}$.

*) 1/128 γ.

im normalen Milieu. Das Wachstum in INH vollzieht sich in einem breiten Wachstumsspektrum und beschränkt sich nicht etwa nur auf einzelne stärker wachsende Elemente der Population. Die Stoffwechselbasis der INH-Resistenz und das Problem der Adaptation des Stoffwechsels bei der Resistenzentwicklung wird damit aufgezeigt. Ob INH selbst ein Wachstumsfaktor für INH-resistente TbB ist oder nur wieder die Verwendung von anderen Wuchsstoffen ermöglicht, kann nicht entschieden werden.

Aus der Tuberkuloseabteilung des Landeskrankenhauses (Primararzt: DDr. ERWIN DISSMANN) *und dem Tuberkuloselaboratorium (Leiter: DDr.* ERWIN DISSMANN) *der Bundesstaatlichen Bakteriologisch-Serologischen Untersuchungsanstalt in Klagenfurt.*

ERWIN DISSMANN.

Eingegangen am 8. März 1954.

[1]) NIGOGHOSIAN, G. A.: Schweiz. med. Wschr. **1953**, 218.
[2]) BARNET, R., S. R. BUSHBY u. D. A. MITCHISON: Lancet **1953**, No 6755, 314.
[3]) MIESCHER, G.: Praxis (Bern) **1953**, 169.
[4]) FUST, B., u. E. BÖHNI: Schweiz. med. Wschr. **1953**, 377.
[5]) DISSMANN, E.: Vortrag, Tagg der Österr. Tbk.-Ges. Innsbruck 1953.
[6]) PANSY, F., H. STANDER u. R. DONOVICK: Amer. Rev. Tbc. **65**, 761 (1952).
[7]) LECOQUE, E., u. R. LINZ: Les Antibiotiques et les Maladies de l'enfance. Paris 1952.
[8]) SCYBALSKY, W., u. V. BRYSON: Amer. Rev. Tbc. **65**, 768 (1952).
[9]) DISSMANN, E., u. E. IGLAUER: Beitr. Klin. Tbc. **109**, 98 (1953).
[10]) FENNER, F., und R. LEASCH: Amer. Rev. Tbc. **68**, 321.
[11]) FISCHER, M.: Amer. Rev. Tbc. **66**, 626 (1952).

Zur Entwicklung der Chloroplasten.

Ursprung und Entwicklung der Plastiden sind seit langem Gegenstand vieler Untersuchungen und lebhafter Diskussionen gewesen. Es soll jedoch an dieser Stelle nicht näher auf die interessante Geschichte der verschiedenen Theorien eingegangen werden.

Bei eigenen Untersuchungen zur Entwicklung der Chloroplasten diente der sorgfältig frei präparierte, lebende Vegetationskegel des Sprosses von *Elodea canadensis* als Hauptobjekt. Fixierungs- und Färbungsmethoden haben schon

Fig. 1. Vegetationskegel von *Elodea canadensis* im Hellfeldmikroskop.

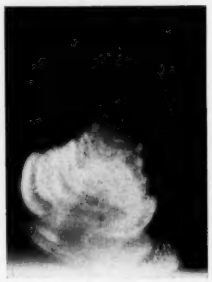


Fig. 2. Derselbe Vegetationskegel im Fluoreszenzmikroskop.

wiederholt zu den unterschiedlichsten Anschauungen Anlaß gegeben. Daher lag das Schwergewicht der Untersuchungen bei der Vitalbeobachtung im Fluoreszenz- und Phasenkontrastmikroskop.

Es zeigte sich, daß im Gebiet des Urmeristems noch keine Rotfluoreszenz, die vom Chlorophyll herrühren könnte, nachzuweisen war. Erst in der Zone der dritten Blattanlage war einwandfrei schwache Rotfluoreszenz mit Wellenlängen um 680 mμ nachzuweisen. Die leuchtenden Körperchen, die Durchmesser um 0,8 μ hatten, fluoreszierten homogen rot, ohne daß also ein stärker rot oder allein leuchtender Bezirk im Innern eines dunklen Gebietes zu erkennen war.

Fig. 1 zeigt einen Vegetationskegel von *Elodea canadensis* im Hellfeldmikroskop. Fig. 2 zeigt denselben Vegetationskegel im Fluoreszenzmikroskop. Man erkennt deutlich, daß das Urmeristem im Fluoreszenzmikroskop dunkel erscheint und erst im Gebiet der dritten Blattanlage Rotfluoreszenz auftritt, die dann nach unten hin schnell stärker wird.

Staatsinstitut für Allgemeine Botanik und Botanischer Garten, Hamburg.

W. MEVIUS s. und D. DÜVEL.

Eingegangen am 25. März 1954.

Das Licht bei der Auslösung der Fruchtkörperbildung von Didymium eunigripes und die Übertragung der Lichtwirkung durch das tote Plasma.

Der Schleimpilz *Didymium eunigripes* kann leicht auf Heu-Agar kultiviert werden. Solange eine solche Kultur im Dunkel gehalten wird, findet nur vegetatives Wachstum statt. Nach einer bestimmten Belichtung zieht sich das Plasma an mehreren Stellen zusammen und bildet Sporangien, in deren Sporen die Reifeteilungen ablaufen.

Wir versuchten, die Zusammenhänge von Lichtqualität und Lichtmenge mit der Sporangieninduktion zu erfassen. Gegenüber den bisher vorliegenden Untersuchungen, welche von GRAY[1]) und SOBELS[2]) zum Teil mit ähnlicher Fragestellung durchgeführt wurden, wendeten wir eine Technik an, welche den gleichen physiologischen Zustand der für die Lichtversuche benutzten Plasmodien gewährleisten sollte: Von einem Plasmodium, das aus Sporen gezüchtet war, wurde ein etwa $^1/_2$ cm² großes Teilstück ausgestochen und über mehrere Passagen durch neue Überimpfungen vermehrt. Die Plasmodien wurden im Dauerdunkel bei 20 bis 21° C auf 9 cm-PETRI-Schalen kultiviert und im Alter von 10 Tagen dem Licht bei 21° C ± 1° ausgesetzt.

Bei Anwendung von *gefiltertem Licht* (SCHOTTsche Glasfilter) ergab sich: Sowohl rotes als auch blaues Licht löst Fruchtkörperbildung aus; eine Lichtintensität, die 800 Lux weißen Lichtes entspricht, ergibt nach 10stündiger Wirkungsdauer im günstigsten Falle 100% Sporangienbildung. Grünes Licht ist unwirksam. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von GRAY konnte festgestellt werden, daß auch reines UV-Licht (von 350 bis 390 mμ) Fruchtkörperbildung induziert.

1000 Lux weißen Lichtes können bei 10stündiger Dauer 100%ige Fruchtkörperbildung hervorrufen. Licht geringerer Intensität muß länger einwirken, soll es denselben Effekt ergeben. Die Methodik ist zu ungenau, um feststellen zu können, ob eine *bestimmte Lichtmenge* bei Anwendung schwacher Intensitäten entscheidend ist. Dagegen ist es sicher, daß bei Steigerung der Lichtintensität über 3000 Lux hinaus eine geringere Wirkung erzielt wird, als man nach der Lichtmenge erwarten sollte. Vergleicht man die Wirkung hoher Lichtintensitäten (3000 oder 5000 Lux) bei verschiedener Dauer der Beleuchtung (10 und 5 Std), so sind die 10stündigen Belichtungen stärker wirksam als die 5stündigen. Unter Beobachtung der Resultate aus den Versuchen mit 1000 Lux darf man aus den Ergebnissen schließen, *daß der Auslösungsprozeß eine Zeit von einigen Stunden benötigt.* Sie darf nicht unterschritten werden.

Lebendes Plasmodium strömt auch über totes hinweg und frißt es teilweise auf. Es war daher naheliegend, Plasmodien mit induziertem Plasma, welches nach der Lichtwirkung abgetötet wurde, zu füttern, in der Hoffnung, daß die Induktionswirkung vom toten auf das lebende übertrete. Es gelang nicht, auf diese Weise Fruchtkörper an lebendem Dunkelplasma zu induzieren. Eine Übertragung der Lichtwirkung konnte jedoch auf folgende Weise bewiesen werden: Plasmodien wurden mit solchen gefüttert, die 5 Std mit 1000 Lux belichtet und hernach durch kurzzeitiges Einfrieren abgetötet waren. Nach 18 Std Dunkelzeit wurde dann noch einmal mit 1000 Lux für 5 Std belichtet (Tabelle 1, Versuch A). Die so behandelten Plasmodien (A) entwickelten ebensoviel Sporangien (76,3%) wie diejenigen, die als Kontrolle (C) 10 Std lang belichtet waren (76,3%). (Die Tabellenwerte stellen die Mittelwerte aus je 9 Versuchen dar. Naturgemäß ist die Übereinstimmung der beiden Zahlenwerte eine zufällige). Gegenüber den anderen Kontrollplasmodien, die mit unbelichtetem Plasma gefüttert und darauf 5 Std mit 1000 Lux belichtet waren (B), ist eine statistisch gesicherte Steigerung der Fruchtkörperbildung nachzuweisen. ($M_{\text{Diff.}} = 12{,}9 \pm 3{,}125$; $P = 0{,}0035$.)

Sicher besteht die Lichtwirkung nicht darin, daß die plasmatischen Elemente in bestimmter Weise angeordnet werden. Man kann nämlich induziertes Plasma vom Agar abkratzen und es äußerst intensiv durcheinandermischen. Das Plasmodium erhebt sich trotzdem zu Fruchtkörpern. Die Versuche mit toten Plasmodien dürften beweisen, daß mit Hilfe der

Tabelle 1.

		a	+	—
A	Plasmodien 5 Std belichtet (1000 Lux), dann ausgefroren und zu lebenden Plasmodien gegeben. Nach 18 Std: 5 Std 1000 Lux	59	45	14
			76,3 % +	
B	Plasmodien unbelichtet ausgefroren und zu lebenden Plasmodien gegeben. Nach 18 Std: 5 Std 1000 Lux	59	34	25
			57,6 % +	
C	Plasmodien 5 Std belichtet (1000 Lux), dann 19 Std im Dunkeln, danach 5 Std 1000 Lux	38	29	9
			76,3 % +	
D	Plasmodien unbehandelt, 5 Std belichtet (1000 Lux)	39	15	24
			38,5 % +	

a = Gesamtzahl der Schalen.

eingestrahlten Energie Stoffe gebildet werden, die beim Entstehen von Sporangien eine Rolle spielen. Aber offenbar benötigt das lebende Plasma selbst Lichtenergie, um mit den gebildeten Substanzen die Entwicklung vollenden zu können.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Botanisches Institut der Universität Köln.

J. Straub.

Eingegangen am 12. April 1954.

[1]) Gray, W. D.: Amer. J. Bot. **25**, 511 (1938). — Ohio J. Sci. **49**, 105 (1949).

[2]) Sobels, Johanna C.: Antonie van Leeuwenhoek **16**, 123 (1950).

Messungen der Richtcharakteristik von Ohrmuschelmodellen.

Die Bedeutung der Ohrmuschel für das Hören ist noch nicht geklärt. Die verschiedenen Meinungen gehen von der einer völligen Bedeutungslosigkeit bis zu der Auffassung, daß die Richteigenschaften, in der Art eines Schalltrichters, erhöht werden.

Die Messungen wurden in einem reflexionsfreien Raum an möglichst naturgetreuen Plastilinmodellen menschlicher Ohren durchgeführt, die entsprechend den anatomischen Verhältnissen in eine Kopfatrappe eingesetzt waren. Als Durchmesser des Gehörganges mußten 15 mm gewählt werden, damit ein entsprechend kleines Kondensatormikrophon eingebaut werden konnte. Die Mikrophonmembran schloß den Gehörgang von 35 mm Länge senkrecht ab. Da eine wirksame Beeinflussung der Richtcharakteristik nur bei Tönen zu erwarten ist, deren Wellenlänge *klein* im Verhältnis zu den Dimensionen der Ohrmuschel ist, wurden nur solche im Bereich zwischen 10 und 20 kHz verwendet ($\lambda = 34$ bis 17 mm bei 15° C)[1]). Als Schallquelle diente ein Kondensatorlautsprecher von 150 mm Durchmesser, der horizontal in 900 mm Entfernung um das Präparat bewegt wurde. Als Drehpunkt schien dabei der Schnittpunkt des Gehörganges mit einer gedachten Verbindung Tragus-Anthelix am günstigsten.

Zuerst wurden Vergleichsmessungen an Ohrmuschelmodellen, an Exponentialtrichtern derselben Größenordnung und schließlich am Gehörgang ohne irgendwelche äußeren Anhänge durchgeführt. Die Fig. 1 zeigt deutlich, daß die Ohrmuschel eine wesentliche Verbreiterung der Richtcharakteristik bewirkt, während sich mit dem Trichter eine Verschmälerung der Richtcharakteristik erreichen läßt. Selbstverständlich geht damit auch eine Änderung der Empfindlichkeit einher, doch ist hier nicht der Platz, auf alle Einzelheiten einzugehen. In weiteren Versuchen, die nach ihrem Abschluß an anderer Stelle veröffentlicht werden, wurden schrittweise die Knorpelleisten des Ohres abgebaut. Nach völliger Abtragung von Helix, Anthelix und Tragus unterschieden sich die Meßergebnisse kaum von den an Exponentialtrichtern erhaltenen. Messungen in den verschiedenen Stadien des Abbaues lassen die Vermutung zu, daß in der Ohrmuschel der Schall nicht nur gesammelt wird, sondern daß sich durch die verschiedenen Weglängen Phasenverschiebungen (und dadurch teilweise Dämpfung des Schalles) ergeben.

Da das menschliche Ohr seine Beweglichkeit fast völlig eingebüßt hat, steht es außer Zweifel, daß es von Vorteil ist, auch in *höheren* Tonbereichen eine möglichst *breite* Richtcharakteristik zu erreichen. So ist es vielleicht angezeigt, darauf hinzuweisen, daß die Ohrmuschel nicht einfach als

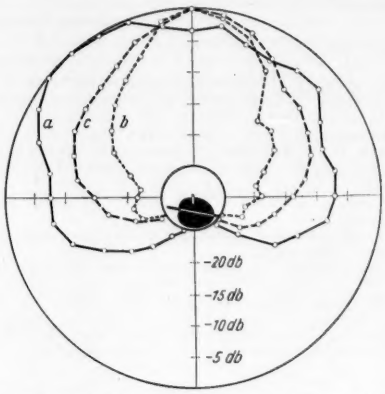


Fig. 1. Richtcharakteristik mit Modell der linken Ohrmuschel [ausgezogen (*a*)], mit Schalltrichter [punktiert (*b*)] und ohne Ansatz [gestrichelt (*c*)], bei 12500 Hz. Als Maximalempfindlichkeit wurden willkürlich 0 db gewählt, der Abfall bei der jeweiligen Einfallsrichtung des Schalles ist in Dezibel eingetragen. Das Diagramm im Zentrum der Darstellung soll die Lage des Gehörganges und der Drehachse zur Mediansagittalen veranschaulichen.

Schalltrichter aufgefaßt werden kann, da ein Trichter gerade die gegenteilige Wirkung hat. Die Ohrmuschel des Menschen stellt vielmehr — für den Bereich zwischen 10 und 20 kHz — ein System von Reflektoren dar, die teils Verstärkung, teils Dämpfung durch Interferenz oder direkte Abschirmung (Tragus) ergeben.

Bei anderen Säugetieren vorkommende, wirklich als Trichter wirkende Ohren sind meist mit einer erstaunlichen Beweglichkeit ausgestattet, soweit sie nicht, wie bei Fledermäusen, in ein neues Funktionssystem eingebaut werden (gerade bei Fledermäusen darf, wegen der eigenartigen Form des Tragus, eine besonders scharfe Richtcharakteristik erwartet werden). Die Ausbildung der „Randtaschen" an den Ohren verschiedener Carnivoren wie Insectivoren und besonders das konvergente Vorkommen bei entsprechenden Vertretern der Marsupialier [E. Mohr[2])] läßt unter den hier mitgeteilten Gesichtspunkten eine funktionelle Bedeutung vermuten. Die diesbezüglichen Untersuchungen sind im Gange.

Forschungsstelle für Verhaltensphysiologie des Max-Planck-Institutes für Meeresbiologie, Buldern i. Westf.

Wolfgang M. Schleidt.

Eingegangen am 16. März 1954.

[1]) Bei Tröger, J.: Phys. Z. **31**, 26 (1930). Messungen der Richtcharakteristik von 200 bis 5000 Hz.

[2]) Mohr, E.: Mitt. hambg. zool. Mus. u. Inst. **51** (1952).

Ergänzung

zu dem Originalaufsatz „Moderne Untersuchungen über die Struktur der Milchstraße" von J. H. Oort [Naturwiss. **41**, 73 (1954)]: Der Aufsatz ist die Wiedergabe eines am 6. Mai 1953 vor der Jungius-Gesellschaft in Hamburg gehaltenen Vortrages.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

AMBERLITE
DOWEX

Ionenaustauschharze

alle Sorten ab Lager oder kurzfristig lieferbar

SERVA-Entwicklungslabor OHG

Heidelberg · Dossenheimer Landstraße 63

Iso-Debyeflex der neue

Röntgenapparat mit kontinuierlich konstanter Gleichspannung für Feinstruktur-Untersuchungen

in Verbindung mit Interferenz-Goniometer und Zählrohrgerät mit Universal-Registriergerät

Rich. Seifert & Co. · Hamburg 13

Röntgenwerk

Landolt-Börnstein

Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik

Sechste Auflage der „Physikalisch-Chemischen Tabellen". Unter vorbereitender Mitwirkung von J. D'Ans, G. Joos, W. A. Roth† herausgegeben von **J. Bartels, P. ten Bruggencate, A. Eucken†, K. H. Hellwege, Kl. Schäfer, E. Schmidt.** In vier Bänden.

Bisher liegen vor.

I. Band:

Atom- und Molekularphysik. In 5 Teilen.

1. Teil: **Atome und Ionen**
Mit 248 Abbildungen. XII, 441 Seiten. 1950. In Moleskin gebunden DM 126.—

2. Teil: **Molekeln I** (Kerngerüst)
Mit 460 Abbildungen. VIII, 571 Seiten. 1951. In Moleskin gebunden DM 168.—

3. Teil: **Molekeln II** (Elektronenhülle)
Mit 364 Abbildungen. XI, 724 Seiten. 1951. In Moleskin gebunden DM 218.—

5. Teil: **Atomkerne und Elementarteilchen**
Mit 471 Abbildungen. VIII, 470 Seiten. 1952. In Moleskin gebunden DM 148.—

III. Band:

Astronomie und Geophsik

Mit 331 Abbildungen und 8 Nomogrammen. XVIII, 795 Seiten. 1952. In Moleskin gebunden DM 248.—

Die weiteren Bände werden die folgenden Gebiete behandeln:

I. Band, 4. Teil: **Kristalle**
Etwa 320 Seiten. Erscheint im Sommer 1954.

II. Band: **Makrophysik und Chemie**
In etwa fünf Teilen. In Vorbereitung.

IV. Band: **Technik**
In vier Teilen. Erster Teil erscheint im Herbst 1954.

Jeder Band und Bandteil ist einzeln erhältlich.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Herausgegeben von **S. Flügge**, Marburg und **F. Trendelenburg**, Erlangen unter Mitwirkung von **W. Bothe**, Heidelberg, **F. Hund**, Frankfurt a. M., **P. Harteck**, Hamburg.

Zuletzt erschien:

Siebenundzwanzigster Band. Mit 271 Abbildungen. III, 421 Seiten. 1953.
DM 66.—, Ganzleinen DM 69.—

Inhaltsverzeichnis: **Theorie des rein elektrischen Durchschlags fester Isolatoren.** Von W. Franz, Münster (Westf.) — **Der Leitungsmechanismus in homöopolaren Halbleitern.** Von O. Madelung, Erlangen. — **Die Energieschemata der leichten Atomkerne. II. Teil: Die Energieschemata der Kerne ^{20}F bis ^{36}Cl.** Von U. Cappeller, Marburg (Lahn). — **Präparative Methoden der Elektronenmikroskopie und ihre Ergebnisse.** Von H. König, Darmstadt. — **Impulsverstärker und Impulsspektrographen.** Von E. Baldinger und W. Haeberli, Basel. — **Feldemission.** Von E. W. Müller, State College, Pa. (USA.). — **Szintillationszähler.** Von A. Krebs, Fort Knox, Kentucky (USA.).

Früher erschienen:

Zweiundzwanzigster Band. Mit 195 Abbildungen. III, 332 Seiten. 1949. DM 48.—

Transurane. Von S. Flügge, Marburg. — **Die Elektronenschleuder.** Von H. Kopfermann, Göttingen. — **Die Entwicklung der Elektronenlawine in den Funkenkanal.** (Nach Untersuchungen in der Nebelkammer.) Von H. Raether, Sceaux (Seine). — **Molekulare Schallabsorption und -dispersion.** Von H. O. Kneser, Göttingen. — **Röntgenbestimmungen der Atomanordnung in flüssigen und amorphen Stoffen.** Von R. Glocker, Stuttgart. — **Ursprung und Eigenschaften der kosmischen Strahlung.** Von E. Bagge, Hamburg. — **Ionosphäre.** Von J. Zenneck, Althegnenberg (Obbay.).

Dreiundzwanzigster Band. Mit 215 Abbildungen. III, 416 Seiten. 1950. DM 59.60

Die Sonnenkorona. Von H. Siedentopf, Tübingen. — **Experimentelle Schwingungsanalyse.** Von W. Meyer-Eppler, Bonn. — **Schallreflexion, Schallbrechung und Schallbeugung.** Von A. Schoch, Göttingen. — **Seignetteelektrizität.** Von H. Baumgartner, F. Jona und W. Känzig, Zürich. — **Theorie der Supraleitung.** Von H. Koppe, Göttingen. — **Röntgenspektroskopie der Valenzelektronen-Bänder in Krystallen.** Von H. Niehrs, Berlin.

Vierundzwanzigster Band. Mit 232 Abbildungen. III, 451 Seiten. 1951. DM 48.60

Spezifische Leuchtvorgänge im Bereich der mittleren Ionosphäre. Von C. Hoffmeister, Sonneberg. — **Elektroneninterferenzen und ihre Anwendung.** Von H. Raether, Hamburg. — **Die Erforschung der Struktur hochmolekularer und kolloider Stoffe mittels Kleinwinkelstreuung.** Von R. Hosemann, Berlin. — **Experimentelle Grundlagen der Spektroskopie des Zentimeter- und Millimetergebietes.** Von B. Koch, Weil a. Rh. — **Die Mikrowellenspektren molekularer Gase und ihre Auswertung.** Von W. Maier, Freiburg i. Br. — **Spektroskopie der Gammastrahlen mit Krystallgittern.** Von A. Faessler, Freiburg i. Br. — **Die genäherte Berechnung von Eigenwerten elastischer Schwingungen anisotroper Körper.** Von H. J. Mähly, Zürich.

Fünfundzwanzigster Band. Mit 345 Abbildungen und 32 Energieschemata. VII, 650 Seiten. 1951.
DM 76.—; Ganzleinen DM 79.—

Hydrodynamisches Verhalten von Makromolekülen in Lösung. Von W. Kuhn, H. Kuhn und P. Buchner, Basel. — **Schallgeschwindigkeit und Molekülstruktur in Flüssigkeiten.** Von W. Schaaffs, Berlin-Siemensstadt. — **Fehlordnungserscheinungen und Leitungsvorgänge in ionen- und elektronenleitenden festen Stoffen.** Von K. Hauffe, Greifswald. — **Der elektrische Lichtbogen.** Von H. Maecker, Kiel. — **Dielektrisches Verhalten im Zusammenhang mit dem polaren Aufbau der Materie.** Von F. H. Müller, Marburg a. d. Lahn, und Chr. Schmelzer, Heidelberg. — **Theorie der elastischen Streuung von Korpuskeln an zusammengesetzten Atomkernen.** Von S. Flügge, Marburg a. d. Lahn. — **Die Energieschemata der leichten Atomkerne.** Von U. Cappeller, Marburg a. d. Lahn.

Sechsundzwanzigster Band. Mit 110 Abbildungen. III, 439 Seiten. 1952.
DM 66.—; Ganzleinen DM 69.—

Elektromagnetische Wellenleiter. Von R. Honerjäger, Frankfurt a. M. — **Thermodynamisch-phänomenologische Theorie der irreversiblen Prozesse.** Von R. Haase, Marburg a. d. Lahn. — **Das Zwei-Nucleonen-Problem.** Von S. Flügge, Marburg a. d. Lahn. — **Das Schalenmodell des Atomkerns.** Von O. Haxel, J. H. D. Jensen, Heidelberg, und H. E. Suess, Chicago. — **Feldmechanik des Elektrons und der Elementarteilchen.** Von H. Hönl, Freiburg i. Br. — **Die Theorie des Krystallwachstums.** Von O. Knacke und I. N. Stranski, Berlin.

Jeder Band enthält ein Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegt je ein Prospekt bei vom Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg und vom Springer-Verlag, Wien.